3 3433 06633233 3

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Chemie für Laien.

Eine populäre Belehrung über

die Geheimnisse der Chemie,

deren Aufschlüsse über das innere Leben der Natur, sowie ihre Bedeutung und praktische Nutzung für das Leben.

Von

Dr. W. F. A. Zimmermann.

Zweiter Band.

Mit 154 Abbildungen.

Berlin, 1858.

Verlag von Gustav Hempel.

Digitized by Google

819639

Digitized by Google

Inhalt des zweiten Bandes.

Die Salzbilder oder Halogene.

	Seite
Chlor	6
Eigenschaften des Chlors	11
Das Bleichen	22
Verbindungen des Chlors	45
Chlorwasserstoffsäure	45
Königswasser	59
Zweifach Chlorwasserstoffsäure	62
Sauerstoffverbindungen des Chlors	63
Unterchlorige Säure	65
Chlorige Säure	72
Unterchlorsäure	75
Chlorsäure	78
Ueberchlorsäure	82
Chlorochlorige Säure	85
Chlorüberchlorsäure	87
Chlor in Verbindung mit Stickstoff	88
Chlorstickstoff	88
Chlor und Schwefel	91
Schwefelchlorür	93
Schwefelchlorid	96
Schwefel, Chlor und Sauerstoff	97
Chlor und Selén	97
Chlor und Tellur	98
Fluor	99
Verbindungen des Fluor mit dem Wasserstoff	104
Fluor und Schwefel	108
Fluor und Selén	109
Fluor und Tellur	109
Jod. Jodine	110
Eigenschaften des Jod	115
Verbindungen des Jod mit dem Sauerstoff	119
Jodsäure	119

Digitized by Google

	Seite
Ueberjodsäure	121
Unterjodsäure und Jodunterjodsäure	122
Verbindung des Jod mit dem Wasserstoff	122
Jodwasserstoffsäure	122
Verbindung des Jod mit dem Stickstoff	127
Jodschwefel	130
Jod und Chlor. Chlorjod	131
Jod und Fluor. Fluorjod	132
Brom	132
Verbindungen des Broms mit dem Wasserstoff	138
Brom und Sauerstoff. Bromsäure	141
Brom und Stickstoff	143
Chlorbrom	143
Bromschwefel	144
Bromselén und Bromtellur	144
Phosphor	145
Darstellung des Phosphors	148
Neuere Methode der Phosphorgewinnung	159
Eigenschaften des Phosphors	163
Amorpher Phosphor	164
Weißer Phosphor	166
Künstliche Diamanten	168
Die Leuchtkraft des Phosphors	169
Das Phosphoreudiometer	171
Verbrennung des Phosphors	173
Anwendung des Phosphors als Zündmittel	175
Allmälige Vervollkommnung	178
Wichtigkeit des Gewerbszweiges	181
Verbrauch an Material	182
Die eigentliche Zündmasse	185
Verbindungen des Phosphors	205
Phosphor und Sauerstoff	208
Phosphorsäure. Darstellung derselben	209
Eigenschaften der wasserfreien Phosphorsäure	216
Wasserhaltige Phosphorsäure	217
Verschiedene Hydrate der Phosphorsäure	221
Phosphorige Säure	223
Unterphosphorige Säure	228
Phosphoroxyd	231
Phosphor und Wasserstoff	236
Phosphorwasserstoffgas	236
Eigenschaften des Phosphorwasserstoffgases	242
Flüssiger Phosphorwasserstoff	243
Fester Phosphorwasserstoff	245

Digitized by Google

Seite

Phosphor und Stickstoff 250
Phosphor und Schwefel 252
Phosphorsulfuret 253
Unterphosphoriges Sulfid 254
Rothes Phosphorsulfuret 255
Rothes unterphosphoriges Sulfid 257
Phosphorsulfuret 260
Phosphoriges Sulfid 262
Phosphorsulfid 262
Verbindungen des Phosphors mit dem Chlor 263
Phosphorsuperchlorid 265
Verbindungen des Phosphors mit dem Sauerstoff und dem Chlor . 266
Phosphoroxychlorür 266
Verbindung des Phosphors mit dem Chlor und dem Schwefel . . 267
Chlorphosphorstickstoff 269
Jodphosphor 270
Phosphorjodid 271
Phosphorsuperjodür 272
Phosphor und Brom 273
Phosphorsuperbromür 273
Phosphorsuperbromid 273
Phosphor und Fluor 273

Bor 274

Gewinnung der Borsäure 275
Das Element Bor 281
Verbindungen des Bor mit dem Sauerstoff 283
Borax 285
Fabrikmäßige Bereitung des Borax 287
Nachträgliches über die Borsäure 298
Bor und Stickstoff 300
Schwefelbor 301
Verbindung von Bor mit Chlor 302
Bor und Fluor. Borsuperfluorid 302

Kiesel 304

Verbindungen des Kiesel mit dem Sauerstoff 306
Reine Kieselsäure 311
Schwefelkiesel 315
Chlor und Kiesel 316
Chlorschwefelkiesel 320
Bromkiesel 321
Fluorkiesel 322
Kieselflußsäure, Kieselfluorwasserstoffsäure 324

Kohlenstoff 326

Graphit. Historisches 328
Eigenschaften des Graphits 330

Digitized by Google

	Seite
Der Graphit in England	332
Bleistiftfabrikation	334
Anderweitige Verwendung des Graphits	339
Diamant	341
Vorkommen des Diamants	343
Eine Diamantwäscherei	345
Der Diamant als Edelstein	350
Spalten des Diamanten	351
Bearbeitung des Diamants	354
Schnittformen des Diamanten	358
Die merkwürdigsten Diamanten	360
Die Verbrennung des Diamanten	364
Pflanzenkohle	366
Kohlenbrennerei	370
Umwandlung der kohlenhaltigen Körper durch die Hitze	381
Gewinnung der flüssigen Verbrennungsprodukte	386
Reinigung der einzelnen Bestandtheile des Theers	395
Kreosot	402
Feste Verbrennungsprodukte	405
Torfverkohlung	408
Steinkohlen und Coaks	412
Knochenkohle. Thierische Kohle	424
Wiederbelebung der thierischen Kohle	432
Ruß, färbende Kohle	438
Lampenruß	441
Eigenschaften der Kohle	446
Benutzung der Kohle	452
Die Pulverfabrikation	453
Materialien zur Pulverbereitung	456
Zubereitung der Kohle	457
Schwefel	463
Salpeter	464
Mengung der Materialien durch Rotation	464
Pulvermühlen	465
Körnen des Pulvers	468
Poliren des Schießpulvers	474
Königspulver	475
Rundes Kornpulver	475
Die Dämpfe im Dienste des Menschen	480
Die Dämpfe im Dienste der Natur	484
Wirkung der Schießpulverdämpfe	486
Handfeuerwaffen	489
Versuche über die Stärke des Schießpulvers	493
Der Probemörser	494
Die Pendelflinte. Das balistische Pendel	496

Digitized by Google

Die Salzbilder oder Halogene.

Digitized by Google

Die Salzbilder oder Halogene.

Wir gelangen zu einer Reihe von Körpern, der die neuere Chemie wichtigere Umgestaltungen verdankt, als den Lehren Lavoisiers und seiner Zeitgenossen und nächsten Nachfolger.

Man war durch Lavoisier gewöhnt, den Sauerstoff als dasjenige anzusehen, was unter allen Umständen nöthig sei, um eine Säure zu bilden, man war ferner der Ansicht, daß eine Säure und eine Base nöthig sei, um ein Salz zu bilden. — Nun wurde ein Körper entdeckt, der eine Säure war, ohne Sauerstoff zu enthalten, und es wurden Salze entdeckt, die keine Säure und keine Base hatten, die Begriffe, welche man bis dahin von diesen Gegenständen gehabt, erwiesen sich als vollständig unrichtig und selbst dasjenige uralte Salz, von welchem der gemeinsame Name aller übrigen herrührt, das Küchensalz, ward als ein solches neues, mit den früheren Begriffen gar nicht übereinstimmendes Salz erkannt.

Chlor heißt der Körper, welcher diese Umwandlung hervorbrachte, damals aber, als er entdeckt wurde, hieß er oxydirte Salzsäure. Diese Salzsäure war den Chemikern des vorigen Jahrhunderts eine Säure wie alle anderen aus einem Radical (wie Schwefel, Stickstoff, irgend einer Grundlage) und dem Sauerstoff bestehend. Bei der Schwefelsäure war dies Radical bekannt — es war der Schwefel, bei der Salzsäure war es nicht bekannt, man hatte dasselbe noch nicht gefunden, die Säure hieß in der Apotheke acidum muriaticum, darum nannte man dies hypothetische, dies bei ihr wie bei allen andern vorausgesetzte Radical (dem weiter nichts fehlte, als die Darstellung) Murium, Muriatum oder kurz Mur.

Jener im Auslande berühmte, im Inlande gar nicht bekannte Schwede, dem sein König, als er im Auslande überall den Namen des berühmten Mannes gehört hatte, bei der Rückkehr in sein Reich einen Orden verlieh, welcher ihn gar nicht erreichte, sondern einem andern seines Namens gegeben wurde, weil kein Mensch in Schweden von dem Ruhme des armen

Stubengelehrten Scheele etwas wußte, jener einfache Mann, dem die neuere Chemie eine Fülle der schönsten Entdeckungen verdankte, hat auch das Chlor gefunden, indem er, Braunstein untersuchend und mit Salzsäure behandelnd, einen grünen Rauch entweichen sah, welcher nach der damaligen Ansicht die, ihres brennbaren, des Phlogiston beraubte Salzsäure sein mußte. Die Eigenschaften dieser „dephlogistisirten Salzsäure" wurden von Scheele eifrig studirt und festgestellt, und man kannte sie ganz genau, als Lavoisier mit seiner neuen Theorie auftrat, und bald darauf Bertholet zeigte, daß diese dephlogistisirte Salzsäure oxydirte Salzsäure genannt werden müsse oder nach der Nomenclatur der Pharmacopäen und der Franzosen oxymuriatische, weil die andere muriatische Säure hieß, und diese neue Säure eine höhere Oxydationsstufe des schon bekannten Muroxydes, der Salzsäure, sei.

Nach jener alten Ansicht entstand bei der Bereitung der Salzsäure Folgendes: „Wenn man auf das gewöhnliche Kochsalz Vitriolöl gießt, so entsteht sogleich Erhitzung mit Aufbrausen, indem sich die Vitriolsäure wegen ihrer stärkeren Verwandtschaft zu dem Mineralalkali des Salzes mit diesem verbindet und die vorher damit verbunden gewesene Säure verjagt, und in Gestalt häufiger weißgrauer Dämpfe sich frei macht. Diese Dämpfe verbreiten einen Safrangeruch. Verrichtet man die Operation in Destillirgefäßen, wo die Dämpfe aufgefangen und mit so wenig Wasser als möglich verdichtet werden, so erhält man aus ihnen concentrirte Salzsäure, welche gewöhnlich den Namen des rauchenden Salzgeistes führt. Glauber hat dies Verfahren erfunden und zuerst bekannt gemacht. Nach ihm heißt die Säure „Spiritus salis fumans Glauberi" und der Rückstand der Destillation, der natürlich eine Verbindung des mineralischen Alkalis mit der Vitriolsäure ist, heißt „Sal mirabile Glauberi."

„Der rauchende Salzgeist hat gewöhnlich eine gelbe Farbe, die ihm jedoch nicht eigen zu sein, sondern von den Eisentheilen des gebrauchten Salzes oder auch vom Brennbaren des Vitriolöls oder des Rilln's herzurühren scheint, auch sein safranartiger Geruch entsteht vielleicht vom Eisen."

Dies war noch der Standpunkt der Chemie im Jahre 1790 und darum sagt noch Gehler über Scheele's Entdeckung der dephlogistisirten Salzsäure: „Die Versuche dieses Gelehrten, welche so viel Licht über das Verhalten der Salzsäure verbreiten, haben gezeigt, daß die gewöhnliche Salzsäure schon das Brennbare als einen Bestandtheil ihrer Grundmischung enthalten, daß eben dies der Grund der Schwierigkeit ihrer Verbindung mit noch mehrerem Brennbaren sei, daß man ihr dieses Brennbare aber entziehen und sie dephlogistisiren, endlich die dephlogistisirte Säure durch Wiedergeben des Brennbaren zu einer gewöhnlichen Salzsäure machen könne."

Mit diesen Ansichten vertrugen sich die neueren Thatsachen nicht, und das erste war also, die dephlogistisirte Salzsäure als oxydirte zu betrachten, aber bald ward auch diese Ansicht als eine solche erkannt, die möglicher Weise nicht die richtige sei, wenigstens bedeutende Modificationen zulasse. Gay Lussac und Thenard zeigten, daß es möglich sei, die gelben Dämpfe als einen einfachen Körper, als ein Element anzusehen, allein sie blieben doch der älteren Ansicht treu, gaben ihr wenigstens in ihren Schriften den Vorzug. Gleichzeitig beschäftigte sich Davy mit diesem Gegenstande, dem er seiner Farbe wegen (gelbgrün, griechisch Chloros) den Namen Chlorine gab. Es gelang ihm auch bei der höchsten Temperatur nicht die Chlorine durch Kohle zu zerlegen, er fand ferner, daß, wenn man Metalloxyde in Chlorgas erhitze, eine Quantität Sauerstoff frei werde, welche genau derjenigen gleich sei, die in dem Oxyde enthalten sei, niemals mehr, indeß der oxydirt gewesene Körper eine fremde Beschaffenheit annehme. Dieses zeigte, daß Sauerstoff im Chlorgas nicht enthalten sein könne — ob in der Salzsäure, war eine andere Frage, welche übrigens Davy gleichfalls entschieden ablehnte und behauptete, daß der einfache Stoff Chlorine in der Salzsäure mit dem Wasserstoff verbunden sei — der erste Gedanke einer Wasserstoffsäure, gegen welche sich die mehrsten Chemiker auf das ernsthafteste wehrten, am hartnäckigsten Berzelius, welcher seine Ansicht von der Nothwendigkeit des Sauerstoffes zur Bildung einer Säure bis zum Anfange der Zwanziger Jahre festhielt und auch im Chlorgas die Anwesenheit des Sauerstoffes aufrecht erhielt, es aber, da es gar keine Eigenschaften einer Säure besaß, Salzsäuresuperoxydul nannte.

Endlich sind die Acten über diesen Prozeß geschlossen und man betrachtet Chlor jetzt als ein Element, als den ersten von jenen Körpern die man Salzbilder nennt.

Ehemals bildete eine Säure und eine Base das Salz, man glaubte nicht, daß es ein Salz geben könne, bei welcher diese Bestimmung nicht zuträfe, es ergab sich aber, daß Chlor (und noch drei andere Elemente, Fluor, Jod und Brom) ein Körper sei, der Salze bilde, daß es nicht eines Metalloxydes und einer Säure, sondern nur eines Metalles und des Chlores bedürfe, deshalb nannte man Chlor einen Salzbilder, so wie die damit in dieser Hinsicht verwandten Stoffe Fluor, Jod und Brom auch. Der gebräuchliche, aus dem Griechischen abgeleitete Name ist Halogene.

Die Salze aber mußte man auch unterscheiden und so wurden sie Haloidsalze genannt (was eigentlich ein Pleonasmus ist) zum Unterschiede von dem Sauerstoff und den Schwefelsalzen, welche beide Arten zwar verschieden in ihren Stoffen, doch darin übereinstimmen, daß sie eine Säure

und eine Basis enthalten, alle drei aber sind in ihrem Verhalten, in ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften einander so gleich, daß es nicht zu verwundern ist, daß man sie lange Zeit für wirklich gleichartig beschaffen und in gleicher Weise zusammengesetzt gehalten hat. Wer z. B. weiß, daß kubischer Salpeter aus einem Metalloxyde (Natron, Natriumoxyd) und einer Säure (der Salpetersäure) besteht, und ohne seine Zusammensetzung zu kennen, unser gewöhnliches, kubisch krystalisirendes Küchensalz sieht, die beiden Salze vergleicht, ihren Geschmack, ihre Wirkungen untersucht, kann eigentlich auf gar keinen anderen Gedanken kommen als den, daß ein dem Natronsalpeter bis auf die äußere Form ganz ähnlicher, also wohl auch ähnlich zusammengesetzter Körper sei.

Die Salzbilder haben auch hinsichtlich der Säurefähigkeit eine ganz gleiche Beschaffenheit untereinander, für sie ist der Wasserstoff der säurende Stoff und sind sie mit diesem in der geeigneten Art verbunden, so bilden sie Säuren, welche vollkommen dieselben Eigenschaften haben — mitunter noch kräftiger ausgeprägt — wie die Sauerstoffsäuren, auch geben sie dieselben Producte. Schwefelsäure und Zink bilden ein Salz und entlassen Wasserstoff — genau dasselbe geschieht mit Chlorwasserstoffsäure und Zink, sie geben ein Salz und Wasserstoff. Das eine Salz ist ein Sauerstoffsalz, schwefelsaures Zinkoxyd (mit einer Säure und einer Base), das andere ist ein Haloidsalz, Chlorzink (ohne eine Säure und ohne eine Base).

Die Verbindung der Sauerstoffsäuren mit den Sauerstoffbasen ist eine ganz directe; Schwefelsäure und Kupferoxyd geben schwefelsaures Kupferoxyd, dabei wird das Hydratwasser der Säuren frei. Die Wasserstoffsäuren zerstören erst die Sauerstoffbasen und geben mit ihnen keine Salze, wohl aber vereinigt sich das Halogen, welches in der Wasserstoffsäure fungirt, mit dem Metall des zersetzten Oxydes zu einem Haloidsalz, und der Sauerstoff des Oxydes bildet mit dem Wasserstoff der Säure Wasser, das Resultat ist dasselbe. Chlorwasserstoffsäure und Kupferoxyd bilden ein Salz, Chlorkupfer und Wasser, der Weg ist aber ein anderer und das Salz ist ein Haloidsalz.

Auch die Säuren unter einander wirken so ähnlich, daß die Resultate ganz gleich sind, ob man Sauerstoff- oder Wasserstoffsäuren anwendet. Eine schwächere Säure wird durch eine stärkere immer vertrieben. Gießt man auf salpetersaures Natron Schwefelsäure, so bildet sich schwefelsaures Natron und es wird Salpetersäure (eine Sauerstoffsäure) frei, gießt man auf salzsaures Natron Schwefelsäure, so geschieht dasselbe wie oben, es wird schwefelsaures Natron gebildet und die schwächere Salzsäure wird frei — das ist aber eine Wasserstoffsäure; die beiden Arten von Säuren ersetzen hier einander vollkommen.

Ein ganz gleiches Verhalten zeigen auch die Basen rücksichts ihrer Trennungsfähigkeit aus den Verbindungen durch die verschiedenen Säuren. So wie man nämlich die schwächere Säure aus irgend einem Salze durch eine stärkere Säure vertreiben kann, so kann man auch eine schwächere Base ausscheiden aus dem Salze durch eine stärkere Base. Hier ist es wiederum gleich, ob man ein Sauerstoffsalz oder ein Haloidsalz hat. Bringt man zu schwefelsaurem Eisenoxydul (welches letztere keine starke Base ist) eine viel stärkere, z. B. Kali, so vertreibt diese Base alsbald die andere aus ihrer Verbindung und vereinigt sich mit der Säure, es entsteht schwefelsaures Kali, und das früher in dem Salze enthalten gewesene Eisenoxydul wird ausgeschieden.

Macht man dasselbe Experiment mit einem Haloidsalze, so geschieht ganz dasselbe; wenn man das Salz, welches wir Chlorzink nennen, mit einer stärkeren Basis, dem Kali, zusammenbringt, so wird das Salz zersetzt, es entsteht Chlorkalium, und Zinkoxyd wird ausgeschieden. Wir müssen hier nicht vergessen, daß Kali ein Metalloxyd ist, Kalium oxyd. Chlor war mit dem Zink verbunden, die starke Basis vertreibt die schwächere, das Zink wird frei. Für das Chlor ist aber nicht Kali, sondern Kalium die Basis (wenn man diesen Namen brauchen darf), mit Kalium verbindet sich Chlor zu Chlorkalium; so wie nun auf einer Seite ein Metall (Zink) frei wird, so auf der anderen Seite Sauerstoff von dem Kali, und diese beiden Elemente verbinden sich zu dem Oxyde, welches hier neu gebildet wird, wie es in dem vorigen Fall nur ausgeschieden wurde, der Fall an sich ist ganz derselbe. Zu dem Salz wird eine stärkere Base gegeben. Sie bringt ein neues Salz hervor und veranlaßt das Ausscheiden oder Entstehen eines Metalloxydes.

Eine besondere Eigenschaft der Salzbilder ist ihre mächtige Anziehungskraft, ihr Vereinigungsbestreben zu anderen Elementen. Wir wollen gar nicht von den Metallen reden, weil diese überhaupt unter den Elementen die schwächste Verwandtschaft äußern, nicht von dem Stickstoff, der auch nicht zu den stärkeren gehört, aber die Salzbilder übertreffen den Wasserstoff, den Sauerstoff, den Schwefel bei Weitem, und dieses berechtigt uns zu sagen, daß sie zu den mächtigsten Körpern in der Natur gehören. Wenn die eben genannten Elemente eine solch starke Verwandtschaft zu den anderen Körpern haben, daß man diese Letzteren fast durchweg mit einem der drei — Wasserstoff, Sauerstoff oder Schwefel — verbunden findet, daß selbst von den Metallen die allermehrsten im Zustande der Oxydation oder der Schwefelung vorkommen, so ist dagegen von den Salzbildern zu sagen, daß sie durchaus niemals isolirt, frei vorkommen. Man hat doch den Schwefel als Krystall, ganz rein in den vulkanischen Gegenden, man findet

doch den Sauerstoff in der ganzen Atmosphäre verbreitet, frei, nicht chemisch gebunden, sondern nur verdünnt durch den Stickstoff, aber Chlor, Fluor, Brom und Jod findet man nirgends frei, ja sie sind sehr schwer frei zu machen, durch die Kunst nur frei zu erhalten, weil sie immerfort nach Verbindung streben, in einem dieser Salzbilder, dem Fluor, ist dies Bestreben so groß, daß er bis jetzt noch allen Bemühungen, ihn isolirt darzustellen und nur eine kurze Zeit so zu erhalten, widerstanden hat, indem er alle Gefäße, in welche man ihn bringen möchte, zerstört, Glas, Porzellan, welche sonst allen Säuren trotzen, werden zerfressen, ein gleiches gilt von allen Metallen, Gold und Platina ausgenommen. Das einzige Mittel Fluor zu bewahren ward endlich darin gefunden, es in sich selbst einzuschließen, d. h. ein Gefäß aus Flußspath (welcher Fluor in größter Menge enthält) zur Bereitung, und ein Gefäß aus Flußspath zur Aufbewahrung zu verwenden.

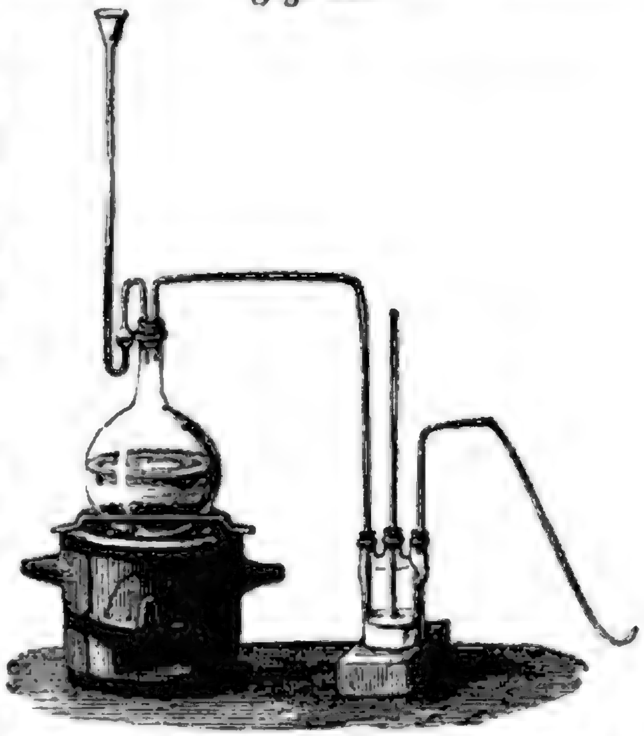
Die Quellen der Salzbilder sind das Meer und die Salzbrunnen so wie die Steinsalzlager. Dort findet man allein Brom und Jod, dort findet man Chlor in größter Masse. Die Hauptquelle für Fluor ist der Flußspath, das Fluorcalcium, daß man nach der früheren Ansicht flußsauren Kalk nannte, bis man entdeckte, wie die Haloide ihre Salze bilden.

Chlor. Cl.

Chlor wird in folgender Weise dargestellt. In einen Kolben, dessen Größe sich nach der Menge Chlor richtet, welche man erzeugen will, bringt man gepulverten Braunstein. Der Kolben ist verschlossen durch einen starken, mit Wachs durchzogenen Kork, welcher zwei Oeffnungen hat, die erste, um eine Sicherheitsröhre mit einem Trichter einzusetzen, die andere, um ein zweimal gebogenes Rohr aufzunehmen, durch welches die erzeugten Dämpfe entweichen können. Dies letzte Rohr mündet am Boden einer Mittelflasche, in welche man etwas Wasser gebracht hat. Dieses dient, um die geringen Antheile von Säuredämpfen oder die übergespritzten Tropfen derselben aufzunehmen. Aus der Flasche führt eine zweite Röhre nach dem Gasentwickelungsapparat, woselbst man das entstehende Gas unter einer Glocke auffängt.

Es wird nun allmählig concentrirte Salzsäure durch den Trichter zu dem Braunstein gebracht; hierdurch entsteht eine Zersetzung und Wechselwirkung zwischen den beiden Körpern.

Fig. 285.



Ein Theil des Chlor der Salzsäure verbindet sich begierig mit dem Metall des Braunsteins, und der Wasserstoff, den die Salzsäure frei läßt, geht mit dem Sauerstoff des Braunsteins eine Verbindung zu Wasser ein; ein anderer Theil des Chlors aber findet in dem Braunstein nicht Platz zur Verbindung — es wird mehr Chlor entwickelt, als das Manganmetall aufnehmen kann. — Dieses Chlor füllt den Kolben mit gelbgrünen Dämpfen an, welche sich durch das Ableitungsrohr drängen und in die Mittelflasche gelangen, woselbst viel davon in dem reinigenden Wasser bleibt, eine große Menge aber doch hindurchgeht und die Flasche mit ihren grünen Dämpfen füllt und so weiter geführt werden kann.

Eine schwache Erwärmung durch ein Paar Kohlen, welche man unter dem Ballon legt, befördert die Gasentwickelung sehr. Bei geringen Quantitäten, wie man sie etwa in den Vorlesungen braucht, darf man nur mit kleinen Gefäßen und mit wenigem Material arbeiten, alsdann kann man auch die ganze Masse der Salzsäure auf einmal dem Braunstein zusetzen, wenn man aber große Mengen erzielen und eine lange dauernde, ziemlich gleichmäßige Entwickelung von Chlorgas haben will, so darf man von der oben gegebenen Vorschrift nicht abweichen, die Säure muß dann jedenfalls in kleinen Quantitäten, nach und nach zugesetzt werden.

Was bei dieser Operation geschieht ist folgendes:

Das überoxydirte Manganmetall enthält Mangan und Sauerstoff, die Salzsäure enthält Chlor und Wasserstoff, die Verbindung der beiden Substanzen trennt die beiden Körper in ihren Bestandtheilen und die neueren Verbindungen gehen nach folgendem Schema vor sich:

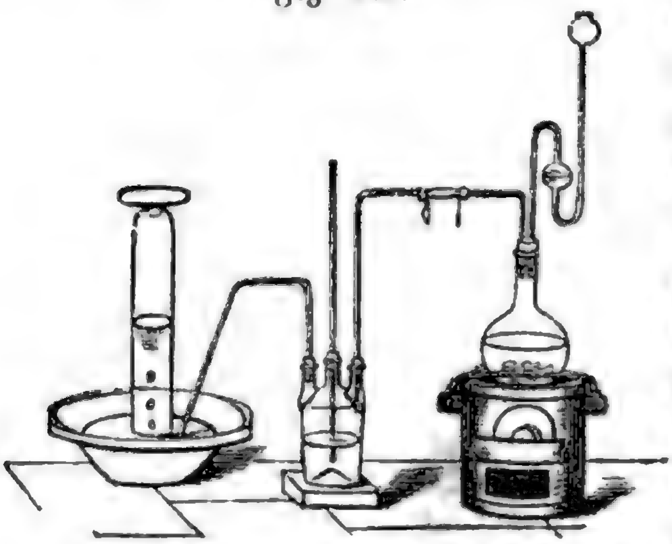
Manganüberoxyd hat	Mangan		Manganchlorür
	Sauerstoff	dieses giebt Wasser	
Salzsäure hat	Wasserstoff		
	Chlor . .	die Hälfte des Chlors	
	die andere Hälfte wird frei		Chlor.

Um große Mengen Chlor zu gewinnen, verfährt man auch noch auf

eine andere Weise, man bedient sich nicht der Salzsäure, sondern des Kochsalzes und zwar in folgender Art.

In einen Apparat, der dem vorigen ganz gleich ist (wir haben denselben nur verkleinert, um gleichzeitig die Glocke zum Auffangen des Gases anbringen zu können) bringt man eine Mengung von fein geriebenem Braunstein mit dem vierfachen Gewicht Kochsalz. Wenn nun der ganze Apparat zusammengestellt ist, wie ihn die Figur 286 zeigt, so füllt man durch den Trichter, welcher durch seine Biegung zugleich eine Sicherheitsröhre ist, concentrirte Schwefelsäure im Betrage des Doppelten des angewandten Gewichts an Braunstein. Diese Schwefelsäure wird aber vorher mit ihrem doppelten Gewicht Wasser verdünnt.

Fig. 286.



Wenn das Chlornatrium (Kochsalz) mit der Schwefelsäure in Verbindung kommt, bildet sich Schwefelnatrium und Salzsäure in folgender Weise vereinigt.

Chlornatrium besteht aus (Kochsalz)	Natrium		Natrium-Oxyd (Natron)	Schwefelsaures Natron (Glaubersalz)
	Chlor	Chlorwasserstoffsäure.		
Wasser besteht aus	Wasserstoff			
	Sauerstoff			
Schwefelsäure bleibt unzersetzt				

Nun aber ist noch Manganüberoxyd vorhanden, dies beginnt erst seine Wirkung, nachdem das Kochsalz zersetzt, und Salzsäure ausgeschieden ist. Hiervon geht, wie in dem ersten hierher gehörigen Schema, ein Theil des Chlors mit dem Manganmetall eine Verbindung ein, das Manganchlorür, ein anderer Theil des Chlors, wird frei, indeß der Wasserstoff der Säure mit dem Sauerstoff des Braunsteins Wasser giebt.

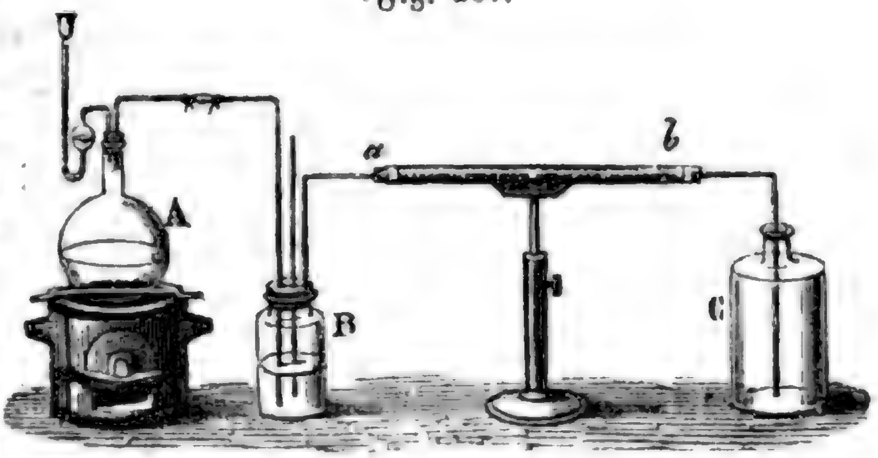
Geht man den einen oder den anderen Weg, den directen ersten oder den indirecten zweiten, in jedem Falle bekommt man nur die Hälfte des vorhandenen Chlors, sowohl die Hälfte des in der Salzsäure enthaltenen als auch nur die Hälfte des im Kochsalz enthaltenen, es ist also gleichviel wie es geschieht, allein im Großen wendet man immer die zweite Methode an, weil man nicht nöthig hat, die Salzsäure vorher zu fabriciren, da sie im Augenblicke des Experimentirens selbst entsteht.

Es ist schwierig genug, sich dieses Gases zu bemächtigen und zu versichern. Wasser löst dasselbe in Menge auf, aber es wird dadurch, daß

es aus dem Wasser der pneumatischen Wanne an die Luft tritt, dem Experimentator höchst beschwerlich; über Quecksilber aber kann man es gar nicht auffangen, weil es sich mit diesem ganz direct verbindet. Zum Glück ist warmes Wasser nicht geeignet, Chlor aufzunehmen, daher in dem Anwärmen desselben ein Schutzmittel gegen den Verlust an Chlor gefunden ist.

Es ist bei dem Auffangen desselben nicht nöthig, daß man eine Glocke mit Wasser fülle und das Gas so eintreten lasse, daß es durch das Wasser bis nach oben hinauf steige und so das Wasser verdränge; man kann es direct in eine trockne Flasche leiten, es vertreibt durch seine große Schwere die Luft daraus und läßt sich darin unverbunden mit Sauerstoff oder Stickstoff sehr wohl bewahren, hierzu darf es aber nicht feucht, es muß ganz trocken sein und um es trocken zu erhalten, verfährt man wie folgt:

Fig. 287.



In den Kolben bringt man die eine oder die andere Mischung zu Erzeugung des Chlorgases, die Flasche B enthält Wasser, welches bis 30° erwärmt worden ist, C ist eine leere trockne Flasche, oben offen, bestimmt, Chlor aufzunehmen, mit einem genau passenden eingeschliffenen Glasstöpsel versehen, den man, um ihn völlig luftdicht zu machen, etwas einfettet.

Das Chlorgas soll aber trocken in die Flasche gelangen, dazu muß man es über ausgeglühetem Chlorkalk streichen lassen; da aber das Chlorgas die Feuchtigkeit ungemein festhält, so genügt eine Kleinigkeit davon, wie bei andern Gasarten keinesweges und die Röhre a b, welche damit gefüllt ist, muß wenigstens ein Metre, d. h. über drei Fuß oder anderthalb Ellen lang sein.

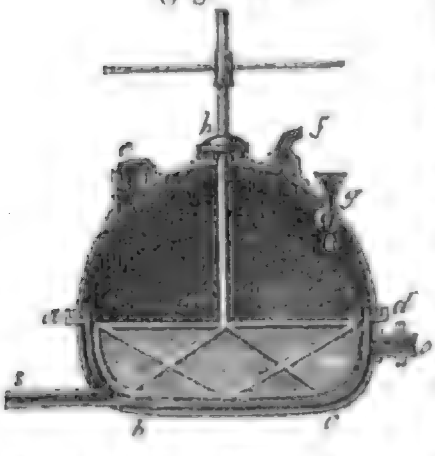
Wenn das Chlor diese Strecke durchwandert hat, so ist es allerdings auch von Feuchtigkeit befreit und nun gelangt es durch die rechtwinklig gebogene Röhre bis auf den Boden der Flasche. Hier breitet es sich vermöge seiner Schwere flach aus und wie immer mehr Gas nachströmt, steigt dasselbe, ohne sich mit der Luft der Flasche zu mengen, immer höher die atmosphärische Luft langsam und Schritt vor Schritt vertreibend. Wenn die Flasche gefüllt ist, wenn sie geschlossen werden muß, ergiebt sich durch den bloßen Anblick; das Gas ist undurchsichtig gelbgrün, es füllt die Flasche nach und nach an und wenn dieses gelbe Gas oben auszuströmen beginnt, ist es Zeit die Flasche zu entfernen und wohl zu verstöpseln,

während welcher Zeit der Gehülfe eine andre leere Flasche untersetzt, d. h. das Rohr in dieselbe und zwar bis dicht an den Boden führt. Es muß dieses geschehen, um den Verlust des Gases zu vermeiden, nicht weil etwa der Kostenpunkt es erheischte, nicht weil die Bereitung des Gases eine so theure ist, daß es um jeden Kubikzoll schade wäre, sondern weil jeder Kubikzoll Schaden bringt, wenn er sich in der Luft verbreitet, die der Experimentator einathmen soll; wir werden auf die gefährlichen Eigenschaften dieses Gases kommen, sobald wir von seiner Darstellung im Großen gesprochen haben werden.

Da Chlor eine vielfältige Anwendung in den Künsten und Gewerben findet (wiewohl nicht als Gas, sondern an andere Körper locker gebunden), so ist es von Wichtigkeit, dasselbe in großen Massen bereiten zu können; dazu reichen Retorten und Porzellangefäße nicht aus und ein anderes Material kann nicht wohl angewendet werden, weil die starken Säuren, welche gebraucht werden und die starke Säure, die sich dabei bildet (Schwefelsäure und Salzsäure), alle Metalle angreifen. Es bleibt doch nichts übrig als dieses zu gestatten und also unreines Chlorgas zu bereiten, da allerdings im weiteren Verlauf der Operationen damit, z. B. bei der Bereitung des Chlorkalkes oder des Bleiwassers ein anderes mit entwickeltes Gas, wie z. B. das Wasserstoffgas, keinen eigentlichen Schaden bringt, sondern ungenutzt verloren geht; allein es ist doch Gefahr dabei, denn Wasserstoffgas mit Chlorgas bildet ein furchtbar explosives Gemenge, welches viel schrecklichere Wirkung hat als das bekannte Knallgas. Man muß sich dann nur hüten, daß dieses Gasgemenge nicht in durchsichtige Gefäße und innerhalb dieser nicht in die Strahlen der Sonne komme.

Der Apparat, dessen sich die Fabrikanten bedienen, ist eine große Destillirblase von Blei, wie die Fig. 288 dieselbe zeigt. Sie ist beinahe kugelrund, ist aber an der untern Hälfte um ein paar Zoll eingezogen, wie der schwarze Strich andeutet, der die untere Hälfte umgiebt. Von Außen ist dieser Absatz a d wenig zu sehen, denn die Blase von Blei ist von da, wo sie enger wird, mit einem Kessel von Eisen ganz umgeben, der oben sich dicht an den Bleikessel anschließt, unten aber bei b c um mehrere Zoll rund um von demselben absteht. Es bildet sich hierdurch ein Zwischenraum, welcher dient, um heiße Wasserdämpfe, die durch die Röhre d aus einem Dampfkessel einströmen, aufzunehmen und durch diese den Inhalt der Blase zu erhitzen.

Fig. 288.



Die Blase selbst hat etwa drei Ellen im Durchmesser und wenigstens

zwei Ellen Höhe und sie ist so eingerichtet, daß sie die Materialien nicht nur centnerweise aufnimmt, sondern auch noch so, daß man dieselben von außen her bewegen, durcheinander rühren kann. Hierzu dient ein Gitter, welches wir am Boden des Bleikessels sehen und welches vermöge einer Stange f und des daran befindlichen Kreuzes bewegt werden kann. Bei g ist eine Stopfbüchse, welche der Stange (die ganze Röhre und die Stange ist von Holz, weil alle Metalle, die man möglicher Weise brauchen könnte, von den Säuren zerfressen werden würden) Durchgang gestattet, aber doch noch genug schließt, um das entwickelte Gas nicht entweichen zu lassen.

Das Salz und der Braunstein wohl gemengt, werden bei e in den Kessel eingetragen, die Schwefelsäure, vorher schon mit dem nöthigen Wasser verdünnt, wird durch den Trichter g eingefüllt. Derselbe bildet zugleich die Sicherheitsröhre, er hat eine Spiralwindung, wodurch immer Schwefelsäure in derselben bleibt, die luftdicht verschließt, die jedoch bei erhöhetem Druck von innen nach außen, welcher eine Stockung in der Ableitung anzeigen würde, dem eingeschlossenen Gase Raum gewährt, nach Vertreibung der Schwefelsäure bis in den Trichter, durch die Röhre c zu entweichen; hierdurch wird die Gefahr einer Sprengung des Kessels beseitigt, gleichzeitig aber der Arbeiter, welcher die Operation leitet, von der Stockung und der nahenden Gefahr unterrichtet, so daß er nachsehen und ordnen kann, wo etwas in Unordnung gekommen.

Das entwickelte Gas hat seinen Weg durch die Röhre f angewiesen erhalten; hieraus führt man es an den Ort seiner Bestimmung. Nachdem die Materialien ausgebraucht sind und keine Gasentwickelung mehr statt hat, werden sie unter beständigem Umrühren (damit auch der Braunstein mit fortgeschwemmt werde) aus der Röhre s abgelassen und dann der Kessel von Neuem gefüllt.

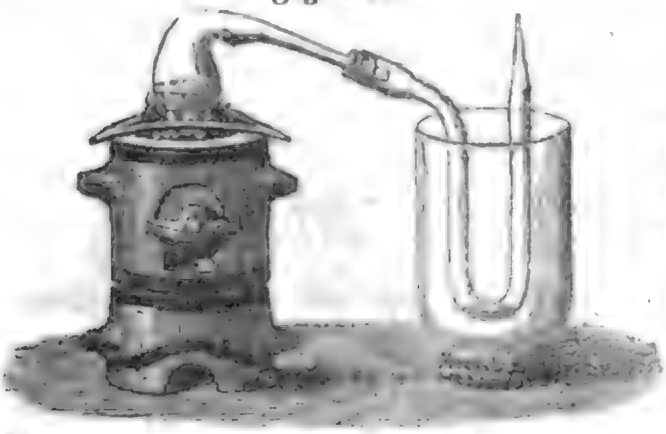
Eigenschaften des Chlors.

Es ist im gewöhnlichen Zustande ein Gas, wie wir bereits bemerkt haben, hat eine grüne Farbe, hat einen starken, widerlichen Geruch und reizt im höchsten Grade die Sinnesorgane, es reizt noch tausendfach mit gewöhnlicher Luft verdünnt, die Augen zum Thränen, die Nase zum heftigen Schnupfen, erregt im Munde einen scharfen metallischen Geschmack und eingeathmet im reinen Zustande würde es sofort tödtlich wirken, wenn sich

nicht der durch die Berührung auf das heftigste gereizte Kehlkopf schnürend zusammenzöge; allein der Tod ist doch immer die Folge einer solchen Tollkühnheit, wie sie ein Student in Prag einmal übte, nachdem er von dem Lehrer der Chemie über die Gefährlichkeit des Einathmens dieses Gases unterrichtet worden war. Die Folgen sind ein heftiger Husten von zusammenschnürendem Gefühl in der Brust begleitet, ein Reiz von solcher Heftigkeit, daß Blut in Menge ausgeworfen wird, eine heftige gleichzeitige Kehlkopf-, Luftröhren- und Lungen-Entzündung, welche stets einen tödtlichen Ausgang hat. Auch stark mit Luft verdünnt, d. h. wenigstens mit dem tausendfachen Volumen, sind die Folgen der Einathmens immer noch sehr gefährlicher Natur und Husten, Schnupfen, Blutspeien, heftig fieberhafter Zustand unausbleiblich und mitunter Monate lang dauernd, wenn nicht gleich nach dem verderblichen Experiment das sicherste Mittel, die üblen Folgen zu schwächen (ganz beseitigt können sie nicht werden), angewandt wird; dieses ist das Einathmen von so viel Wasserstoffgas als möglich, dieses vereinigt sich in der Lunge mit dem Chlor zu Salzsäure und diese wird beim Ausathmen größtentheils mit fortgerissen, also aus dem Organismus entfernt, doch bleibt noch immer genug zurück, um lange dauernde, gefährliche Zustände zu veranlassen. Auch warmer Wasserdunst wirkt mildernd, so wie besonders ammoniakhaltige Luft. Die Einathmung von Schwefelwasserstoffgas, welche gleichfalls empfohlen wird, scheint ein sehr heroisches Mittel, da dieses noch viel giftiger ist als Chlor und also, wenn schon es sich mit dem Chlor verbindet und dasselbe unschädlich macht, doch ein geringer Ueberschuß genügt, selbstständig tödtlich zu wirken.

Chlorgas kann, da es völlig untauglich ist geathmet zu werden, natürlich auch die Verbrennung nicht unterhalten. Ein brennendes Licht, welches man in eine Flasche mit diesem Gase taucht, verändert alsbald die Farbe und erlischt in weniger als einer Secunde.

Fig. 289.



Das Gewicht des Gases ist mehr als doppelt so groß als das der atmosphärischen Luft, es wiegt 2,44, daher es die Luft aus offenen Gefäßen vertreibt und sich nur langsam damit mengt. Das Gas ist keineswegs eines der beständigen, es geht schon bei mäßigem Druck in eine Flüssigkeit über, ja wenn man einen Apparat anwendet, wie Fig. 289 ihn zeigt, so geschieht die Verdichtung lediglich unter dem Einflusse der Erkältung. Aus der Retorte wird das Chlorgas entwickelt, es gelangt aus dem Halse derselben in eine Uförmig

gebogene Röhre, welche in einem großen Glase oder einer umgekehrten Glocke steht, die man mit Schnee oder Salz füllt. So wie das Gas hier hinein strömt, wird es zu einer hellgrünen Flüssigkeit verdichtet. Ohne diese Erkältung, bei einer Temperatur von 15°, genügt ein Druck von vier Atmosphären zur Condensation, doch ist es gefährlich, dieses flüssige Chlor in größeren Gefäßen aufzubewahren, eben weil es einen Druck von innen nach außen auf die Wände ausübt, welcher sich natürlich bedeutend steigert bei der geringsten Temperaturerhöhung, die doch nicht zu vermeiden ist, wenn man das flüssige Chlor nicht im Keller aufbewahren will.

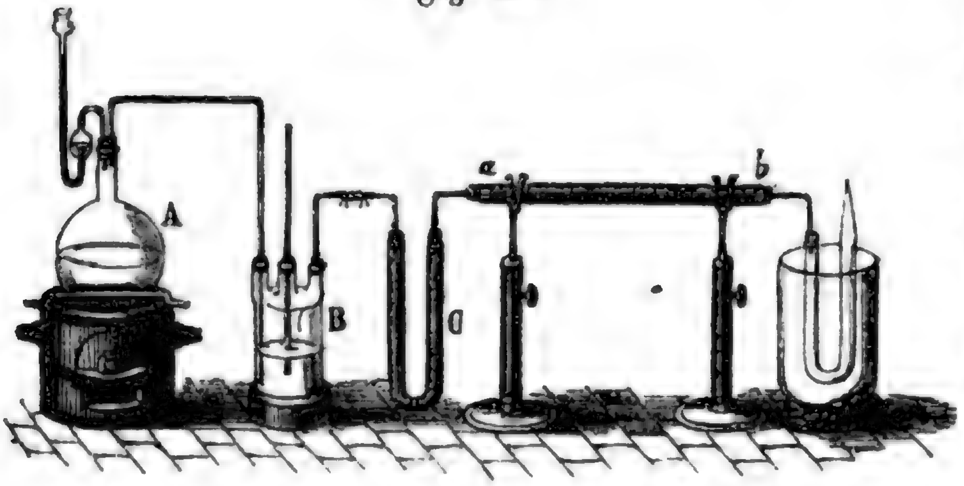
Die Dichtigkeit dieses flüssigen Chlors ist 1,33, also um ein Drittheil schwerer als Wasser. Der Verfasser ist von Laien aufmerksam darauf gemacht worden, daß hierin ein Widerspruch liege: das Chlor wiege $2\frac{1}{2}$mal soviel als Luft, bei 4 Atmosphären werde es zu einer Flüssigkeit verdichtet, das sei 10mal so viel als Luft wiegt, das Wasser wiegt aber über 800mal so viel als die Luft, also kann das Chlor, welches nur 10mal so viel wiege, nicht schwerer sein als Wasser.

Einem Chemiker gegenüber würde man darauf gar nicht antworten, höchstens indem man ihm riethe, sich sein Lehrgeld zurückgeben zu lassen. Da dies Buch aber grade für Laien geschrieben ist, so muß auch solch ein Einwurf beseitigt werden. Die Sache ist diese: Wenn Chlor bei 4 Atmosphären zu einer Flüssigkeit würde, welche den ganzen Raum ausfüllte, den früher das Gas ausgefüllt hat, so würde der Fragsteller Recht haben, dann könnte die Flüssigkeit nicht mehr als zehnmal so viel wiegen als atmosphärische Luft, allein erst nachdem ein Druck von vier Atmosphären geübt worden, wird dasjenige, was darüber ist, verdichtet und dieses beträgt nicht den tausendsten — und bei fortgesetzter Verdichtung immer noch nicht den hundertsten Theil des Inhalts des Gefäßes. Man kann wohl das ganze Gefäß voll flüssigen Chlor bekommen, dann muß aber immer Chlorgas nachgeschoben werden. Dasjenige, was grade 4 Atmosphären Druck erleidet, wird noch gar nicht verdichtet, erst bei weiterem Druck beginnt die Verflüssigung und da immer in dem Verhältniß, daß auf ein Volum Chlorgas höchstens $\frac{1}{100}$ Chlorflüssigkeit kommt. Dieses wird hoffentlich auch einem Laien in der Chemie das Räthsel lösen, warum ein Gas unter vermehrtem Druck ein so ungeheures Gewicht annimmt.

In der Kälte geht, wie bereits bemerkt, die Verflüssigung sehr leicht und ohne vermehrtem Druck vor sich; erkältet man die vorher beschriebene Uförmig gebogene Röhre etwa durch krystallisirte Kohlensäure und durch Aether, so wird das Chlorgas flüssig in dem Augenblick, wo es in die Röhre gelangt, es ist dann gar nicht erst ein allmähliches Verdichten, sondern in dem Augenblick, in welchem das Gas eintritt, ist es auch in eine

Flüssigkeit verwandelt, es neigt sich nicht wolkig hernieder, um nach und nach in den tropfbaren Zustand überzugehen, sondern es tropft sogleich aus der Retorte in die Vorlage, allein es ist hierbei sehr nöthig, daß man das Gas trockne, daher auch der vorhin angegebene Trockenapparat zwischen dem Kolben A nebst der Waschflasche B und dem Verdichtungsapparat, das U förmige Rohr eingeschaltet sein muß, dasselbe kann aus einer drei Fuß langen U förmig gekrümmten Röhre C oder der geraden Röhre a b bestehen, dies ist gleich viel, wenn eine oder die andere nur mindestens drei Fuß lang ist. Beide, wie hier gezeichnet, sind in dem vorliegenden Falle nicht nöthig, aber immer sehr wünschenswerth, denn je trockener das Gas ist, desto leichter geht die Verdichtung vor sich.

Fig. 290.



Es giebt noch eine sehr einfache Methode Chlor im flüssigen Zustande zu erhalten, es ist die von Faraday erfundene und häufig auch in anderen Fällen angewendete der Entwickelung der Chlordämpfe in starken, knieförmig gebogenen Röhren aus einer festen Substanz, welche Chlor in Menge enthält. Diese Substanz ist das Chlorhydrat, welches entsteht, wenn man Chlor in Wasser von etwa 10° Wärme leitet. Hier bildet es sich und hier ist es in dem Wasser aufgelöst, aus demselben aber krystallisirt es bei niedriger Temperatur, und man kann durch neue Zuführung von Chlor in das frei gewordene Wasser, die Menge der Krystalle bedeutend vermehren.

Diese Krystalle von Chlorhydrat sind für den Chemiker die eigentliche Quelle des flüssigen Chlors, er bringt denselben in ein knieförmig gebogenes, auf einer Seite geschlossenes Rohr a b c Fig. 291 und zieht hierauf das andere offene Ende c an der Lampe zu einer Spitze aus, welche sofort zugeschmolzen wird und kann nun das flüssige Chlor darstellen durch eine geringe Temperaturerhöhung. Die Wärme der Hand genügt schon, jedenfalls ist das Eintauchen der Hälfte ab in Wasser von 35° (das ist noch nicht einmal die menschliche Blutwärme, diese beträgt zwischen 37° bis 38°) genügend, um die Krystalle zu schmelzen, worauf sich sogleich zwei Schichten bilden, an Farbe und Durchsichtigkeit deutlich von einander zu unterscheiden, die untere ist klarer und mehr dunkelgrün als die obere, die untere ist reines ver-

Fig. 291.

dichtetes Chlor, die obere ist Chlorwasser. Das Chlor ist sehr flüchtig, bei stärkerer Erwärmung würde es vielleicht die Röhren zersprengen, obwohl solche Röhren, wie bereits gesagt worden, einen sehr starken Druck aushalten, um es zu destilliren, um es von dem Chlorwasser gesondert zu erhalten, darf man es also nicht etwa über eine Lampe bringen, allein man kann seinen Zweck auf einem entgegengesetzten Wege erreichen, man erkältet die Vorlage, d. h. den Theil b c derselben Röhre. Geschieht dieses durch Eis und Salz, so fängt alsbald das flüssige Chlor in der andern 35° warmen Hälfte an zu sieden, aufzubrausen, und es steigt mit Lebhaftigkeit durch das darüber stehende Wasser, sich in der Hälfte b c sofort niederschlagend. Der Prozeß ist bald beendet, die beiden Flüssigkeiten werden ganz getrennt, das Chlorwasser bleibt in der wärmeren Hälfte zurück, das flüssige Chlor ist in der kälteren. Das Chlorwasser selbst giebt bei der Temperatur von 35° noch etwas von seinem aufgenommenen Chlor ab, welches zur Vermehrung des andern dient, da es den ganzen Vorrath nur bei 10° behalten kann, bei höherer und auch bei niedrigerer Temperatur weniger umschließt.

Die Krystalle, welche man zur Bereitung des flüssigen Chlors benutzt, müssen eben so gut getrocknet werden, wie Chlorgas, wenn es tropfbar werden soll, denn je trockner es ist, desto leichter condensirt dasselbe. Um die Krystalle zu trocknen, bringt man sie in einen Trichter, in welchem man sie abträufeln läßt, welches genügt, wenn es Winter und sehr kalt ist, wenn dieses nicht der Fall oder wenn es gar Sommer ist, so kann man sich ohne künstliche Kälte nicht behelfen. Der Trichter selbst muß in einer Kältemischung stehen, und Fliespapier muß um die äußere Wandung des Gefäßes, in der die Kältemischung befindlich, gelegt werden, damit dieses selbst erkalte und man die Krystalle, sobald sie abgetropft sind, dahin einlegen, schnell ausdrücken, durch das Fliespapier die Feuchtigkeit hinweg nehmen lassen kann, dann werden sie eben so schnell in die gebogene Röhre gebracht und diese kalt erhalten, bis die andere Seite derselben ausgezogen und zugeschmolzen ist.

Diese durchsichtige Flüssigkeit von 1,3 spec. Gewicht, welche das Licht weniger bricht als Wasser, hat nur wissenschaftlichen Werth, sie kann nicht frei, an offener Luft gehandhabt werden, daher sie in der Technik nicht anwendbar; desto größeren Werth hat das Chlor in seinen anderen Formen, manche Künste und Gewerbe sind von der Existenz und der Darstellbarkeit des Chlors geradezu abhängig.

Das Chlor ist, wie wir bereits wissen, im Wasser löslich, und nimmt bei +8° dreimal sein eigenes Volumen auf, weniger bei höheren oder niederen Graden (nach anderen Untersuchungen bei 10°). Das Chlorwasser

hat eine tiefer grüngelbe Farbe als das Chlor selbst, hat sonst alle Eigenschaften des Chlors in einem starken Grade, es riecht wie Chlor und das Einathmen seiner Dämpfe ist höchst gefährlich, es schmeckt wie Chlor schrumpfend. Das Wasser hält das aufgelöste Gas nicht fest, es entläßt dasselbe allmählig und wenn man es bis auf 50 Grad erwärmt und einen Luftstrom rasch hindurchtreibt, so nimmt derselbe alles Chlorgas mit fort.

Man bedient sich in den Laboratorien lieber des Chlorwassers als des Chlors, weil es sich besser handhaben läßt, weil man eine dreifach größere Menge in einen kleineren Raum bringen kann, weil es das Labaratorium nicht so vollständig mit Chlordämpfen erfüllt, als es das Chlorgas thun würde, da man es doch immer verstöpseln, also die Ausdünstung hindern kann.

Das Chlorwasser muß vor dem Lichte, besonders aber vor den Sonnenstrahlen geschützt werden, deshalb man gewöhnlich die Gefäße, in denen es enthalten ist, mit schwarzem Papier beklebt. So hält es sich sehr lange ganz unverändert, das Licht aber bringt eine Zersetzung hervor, welche noch nicht erklärt ist, aber so stark und so entschieden auftritt, daß man aus derselben einen Beweis dafür hat hernehmen wollen, daß das Licht eine Materie, etwas Körperliches sei, indem es körperlos, durch bloße Erschütterung (Vibration) unmöglich chemische Veränderungen hervor bringen könne.

Diese Frage ist noch zu erledigen, die Thatsache aber steht fest und merkwürdig ist, daß sogar nicht einmal fortdauernde Wirkung des Lichts erforderlich ist, sondern daß die Einleitung der Zersetzungsprozesses durch das Licht genügt, um diese nachher fortdauern zu lassen, auch wenn die Flasche, welche von der Sonne durchschienen wurde, in ein Pappfutteral und mit diesem in einen dunklen Schrank gestellt wird.

Das Licht leitet folgende Prozesse ein. Das Chlor zersetzt das Wasser und verbindet sich mit dem Wasserstoff desselben zur Chlorwasserstoffsäure und befreit den mit dem Wasserstoff verbunden gewesenen Sauerstoff. Der Sauerstoff geht aber mit einem anderen Theile des, noch im Wasser vorhandenen Chlors eine Verbindung ein und bildet Unterchlorsäure, welche sich mit der Vermehrung der Chlorwasserstoffsäure und des folglich in größerer Menge ausgeschiedenen Sauerstoffes immer höher oxydirt bis zur Ueberchlorsäure. Nach Millon ist diese Chlorsäure (eine Sauerstoffsäure) deutlich nachweisbar durch die bekannten Prüfungsmittel, z. B. eine Beimengung von Manganchlorür in Wasser aufgelöst, welches mit dem Sauerstoff der Chlorsäure Mangansuperoxyd bildet, das sich als schwarzer Niederschlag zeigt (dasjenige was wir gewöhnlich Braunstein nennen). Auch Bleichlorür dient zur Feststellung des Vorhandenseins dieser Sauerstoffsäure, indem es in Bleisuperoxyd übergeht, welches französische Lehrbücher, z. B.

Fremy wegen seiner Eigenschaft mit Basen Verbindungen einzugehen eine Säure, Bleisäure nennen.

Dieser störenden Eigenschaft des Lichtes wegen hält man Chlorwasser in schwarz beklebten Flaschen wie schon oben gesagt worden, allein es knüpft sich daran die Merkwürdigkeit, daß dieses gar nicht nöthig ist, wenn die Flaschen von hellblauem (d. h. nicht undurchsichtigem, sondern gewöhnlichem aber durch Smalte blau gefärbten) Glase sind. Dieser Schirm, diese Farbe macht die Sonnenstrahlen in Beziehung auf das Chlor ohnmächtig, dieses ist um so auffallender, als gerade die blauen und violetten Strahlen des Sonnenlichts chemisch am wirksamsten sind, sie aber durch das blaue Glas nicht aufgehalten, sondern durchgelassen werden, man mithin glauben sollte in einem blauen Glase müsse die Zersetzung noch viel schneller vor sich gehen, als in einem andern ungefärbten.

Wenn man das Chlorwasser langsam bis auf einige Grade über Null abkühlt, so scheiden sich Flocken aus, die sich zu Krystallen vereinigen von hellgelber Farbe, deren Form das Octaeder mit rhombisch verschobener Grundfläche zu sein scheint — man muß sich aber hüten, die Temperatur bis unter Null sinken zu lassen, denn das, nach dieser Krystallaussonderung übrig bleibende viel schwächere Chlorwasser gefriert eben so leicht wie Wasser, und wenn dies geschehen, so sind die Chlorhydratkrystalle nicht mehr vom Wasser (oder vielmehr vom Eise) zu trennen, so lange die Masse aber flüssig bleibt, kann sie von den Krystallen abgegossen, und diese können rasch getrocknet werden, wie oben bereits gelehrt, worauf sie in einer zugeschmolzenen Glasröhre bewahrt werden können.

Chlor hat zum Wasserstoff eine mächtige Neigung, dennoch können die beiden Gase, mit einander gemengt und im Dunkeln erhalten, jahrelang mit einander in Berührung bleiben, ohne sich zu verbinden, allein der elektrische Funke oder die Lichtflamme entzündet dieses Gasgemenge unter gewaltiger, zerstörender Detonation, das Merkwürdigste aber ist, daß dieses auch durch die Sonnenstrahlen und zwar mit einer unbeschreiblichen Vehemenz und in größter Schnelligkeit geschieht.

Das Licht ist hier das wirksame so wie vorhin. Bei der Zersetzung des Chlorwassers geschieht dasselbe und es wird auch dasselbe gebildet, nämlich Chlorwasserstoffsäure. Eine Flasche mit Chlorgas und mit Wasserstoffgas gefüllt, dem Tageslicht (fern von den Fenstern) ausgesetzt, beschlägt mit Dampf der Wasserstoffsäure und diese fließt am Boden zusammen, was aber hier in ein Paar Stunden geschieht, das bringt schon das helle Tageslicht in der Nähe der Fenster in wenigen Minuten, nicht selten augenblicklich unter heftiger Explosion hervor, daher das Experiment sehr gefährlich ist, und eben dieses geschieht allemal unter Explosion im Sonnenschein selbst.

Um dies Experiment gefahrlos zu machen, bereitet man sich ein starkes Pappfutteral, welches man bequem mit der Hand fassen kann, und welches gerade groß genug ist, um eine Medicinflasche, die etwa ein Pfund Wasser hält, so aufzunehmen, daß sie locker darin liegt, nirgends anstreift. Man füllt nunmehr diese Flasche im Dunkeln mit Chlorgas und Wasserstoffgas zu gleichen Theilen, thut sie in das Pappfutteral und legt den Deckel ganz leicht darauf (derselbe darf durchaus nicht klemmen, sondern muß von selbst herabfallen, wenn das Futteral umgekehrt wird).

Wenn nun die Sonne so steht, daß sie gerade an dem Hause vorbei scheint (nicht in das Fenster scheint), so stellt man sich in die Nähe desselben, faßt die zugedeckte Kapsel unten an und wirft so die Flasche zum Fenster hinaus, indeß man das Futteral in Händen behält. In dem Moment, wo die Sonnenstrahlen das nunmehr freie, fortfliegende Glas treffen, hat es zu existiren aufgehört, ein betäubender Knall berührt das Ohr des Experimentators, die beiden Gase haben sich zu Chlorwasserstoffsäure unter Explosion verbunden und das Glas in tausend Stücke zerschmettert.

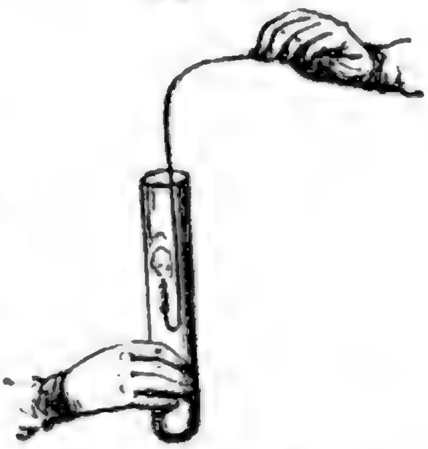
Ein Volumen Wasserstoffgas mit einem Volumen Chlorgas giebt zwei Volumen Chlorwasserstoffsäure in Dampfform, es ist also hier weder eine Vermehrung noch eine Verminderung des Volumens durch die chemische Action Schuld an der Explosion, allein die Verbindung selbst ist eine Verbrennung, und dabei macht Wasserstoff eine unglaubliche Menge Wärme frei (wie wir bereits aus den Betrachtungen über die Knallgasflamme wissen) und diese dehnt den Säuredampf dergestalt aus, daß nichts stark genug ist, ihm zu widerstehen, es sei denn die rothe oder blaue Farbe, diese aber widersteht allerdings nicht der Explosion, sondern der Vereinigung der beiden Gase zur Säure. Macht man den Versuch auf der angegebenen Weise und nimmt man statt weißen Glases Rubinglas, so kann man die hinausgeworfene Flasche unbeschadet seiner persönlichen Sicherheit im Garten (auf die Straße wird natürlich kein Experimentator die Flasche werfen) aufheben und im Sonnenschein nach dem Labarotorium zurück tragen, und wird keinen Schaden leiden.

Wir wissen bereits, daß eine Vereinigung der beiden Gasarten im Finstern nicht vor sich geht, allein Draper hat die merkwürdige Entdeckung gemacht, daß Chlorgas im trockenen Zustande dem Sonnenlichte einige Zeit ausgesetzt, die Eigenschaft erhält, nunmehr auch im Finstern mit dem Wasserstoff die bekannte Säure zu bilden — in diesem wie in dem vorigen Falle eine höchst merkwürdige Gewalt des Lichtes, welche, nebst vielen andern verwandten Erscheinungen es nöthig gemacht hat, die Lehre von dem Lichte in den Kreis der Chemie zu ziehen und zu einem Lehrgegenstande derselben zu machen, wodurch sich noch mehr als schon früher durch

Electricität geschehen, Chemie und Physik einander genähert haben, gewiß zu beider Vortheil, da doch eigentlich eine dieser Wissenschaften ein Theil der andern ist, jede ohne die andere unvollkommen bleibt und eine strenge Sonderung derselben absolut unmöglich ist, da der Chemiker die mächtigsten Kräfte der Physik, Electricität, Wärme, Licht, als Handwerkszeug braucht und der Physiker aus den Resultaten der Chemie seine besten und interessantesten Beweise für diese Zweige der Physik entlehnen muß.

Das gleichgültige Verhalten des Chlors und des Wasserstoffes neben einander ist ein um so größeres Räthsel, je lebhafter das Verbindungsbestreben dieser beiden Körper sonst ist, es scheint, als ob es die zu leichte Arbeit der mühelosen, der dargebotenen Vereinigung verachte, dagegen zieht es aus wasserstoffhaltigen Körpern den Wasserstoff an sich, zersetzt jene dadurch und macht sich selbst zur Säure. Ein leicht auszuführendes Experiment dieser Art ist das folgende:

Fig. 292.



Die Fig. 292 zeigt einen ziemlich weiten Glascylinder, der mit Chlorgas gefüllt ist. Wenn man einen Wachsstock mit langer glimmender Schnuppe an einem Draht in den offenen Cylinder taucht, so geht die Flamme unmittelbar nach der Bedeckung durch das Chlorgas aus, allein der Docht glimmt fort, der aufsteigende Rauch (Kohle und Wasserstoff) entzündet sich und brennt mit rother Flamme fort, die Kohle, ein fester Körper, würde in der Wasserstoffflamme weiß sein, das Chlor hindert das Weißglühendwerden, daher die Kohle nur rothglühend der Flamme diese Farbe mittheilt und sich beim Austritt aus der Flamme als unverbrennende Kohle, als Ruß ausscheidet.

Noch auffallender ist ein anderes Experiment mit demselben Stoffe, doch ohne Hülfe des Feuers, nämlich mit Terpentinöl, welches gleichfalls vorzugsweise Kohlenstoff und Wasserstoff enthält. Benetzt man mit diesem einen Papierstreifen und bringt man denselben, an einem Drahte hängend in Chlorgas, so wie die Fig. 292 es mit dem Lichte zeigt, so entzündet sich das Papier. Das Chlor verbindet sich mit dem Wasserstoff und macht dabei so viel Wärme frei, daß der noch unzersetzte Wasserstoff sich entzündet, auch hier entweicht die Kohle nur rothglühend und nachher erlöschend als Ruß.

Eine große Menge anderer Wasserstoffverbindungen werden auf ähnliche, aber nicht so leicht zu zeigende Art zerlegt. Treibt man z. B. feuchtes Chlorgas durch eine glühende Porzellanröhre, so wird der Wasserdampf

durch das Chlor zersetzt, dasselbe bemächtigt sich des Wasserstoffes und läßt den Sauerstoff frei.

Die große Affinität des Chlors für den Wasserstoff erklärt auch seine Fähigkeit, Miasmen, luftförmige Ansteckungsstoffe zu zerstören und tödtliche Gasarten zu beseitigen, wenigstens so weit sie Wasserstoffverbindungen sind, gegen die Kohlensäure würde man dasselbe wohl schwerlich mit Erfolg anwenden; das viel schrecklichere Schwefelwasserstoffgas aber wird völlig unschädlich gemacht, indem Chlor sich mit dem Wasserstoff verbindet und den Schwefel frei läßt. Der entsetzliche Geruch lang gebrauchter und nicht gereinigter Senkgruben, nur übertroffen von dem der soeben in der Reinigung begriffenen oder ausgeleerten Gruben, rührt vom Schwefelwasserstoffgas her und wer sich unvorsichtig in solche Behälter hinein wagt, wie in der Regel die Leute thun, welche sich zur Reinigung derselben hergeben, wagt stets sein Leben. Wenn man eine Substanz, die Chlor in Menge enthält und leicht abgiebt, in solche Räume bringt, Chlorwasser, Chlorkalk, so wird der Wasserstoff aus seiner Verbindung mit dem Schwefel gezogen und nun ist nichts Gefährliches mehr vorhanden; der Wasserstoff an sich ist es nicht und Schwefel auch nicht. In allen organischen Substanzen ist Wasserstoff ein vorwiegender Bestandtheil (auch die Riechstoffe der Senkgruben rühren von organischen Substanzen her, die durch Fäulniß zersetzt werden) auf alle organische Substanzen wirkt daher das Chlor dieser Verwandtschaft wegen sehr heftig, es verbindet sich mit ihrem Wasserstoff und zerstört sie dadurch, indem er ihnen einen ihrer Bestandtheile entzieht.

Ansteckungsstoffe, Miasmen, Contagien von organischen Körpern ausgehend, sind offenbar auch organischer Natur. Die Luft, welche einen Stall verdirbt, in dem die Rinderpest, in dem der Milzbrand ihre Opfer gefordert, hat noch niemand auch durch die genaueste Analyse so zerlegen können, um zu sagen: hier habe ich den Ansteckungsstoff. In großen Krankenhäusern entwickelt sich, selbst bei der musterhaftesten Reinlichkeit und bei der verschwenderischesten Räumlichkeit, der Hospitalbrand, den man zuerst in überfüllten Kriegslazarethen wahrnahm und deshalb Lazarethpest oder Kriegspest nannte. Ein Hospital von der musterhaftesten Bauart ist z. B. die Charité in Berlin, die Corridors haben unzählige Fenster, sie sind beinahe so breit, d. h. so tief als die Zimmer. Diese Krankenzimmer liegen alle nur an **einer** Seite der Corridors, in den Zimmern sind immer nur zwei Kranke, für Reinlichkeit, für Lüftung der Zimmer und Corridors, für Wechsel der Wäsche wird mit der pünktlichsten Sorgfalt das Nöthige gethan, doch ist für denjenigen, der des Aufenthaltes dort nicht gewohnt ist, die Atmosphäre dumpf, beengend, der Geruch beinahe nicht zu ertragen und es hat ein Sommeraufenthalt gebaut werden müssen, wohin während

der warmen Jahreszeit die Kranken gebracht werden, weil sich der Hospitalbrand selbst bei den beschriebenen günstigen Verhältnissen in einer Besorgniß erregenden Weise zeigte.

Weder hier noch an andern Orten hat das Eudiometer, der Luftgütemesser, die geringste Spur eines Stoffes gezeigt, auf welchen man die Ansteckungskraft hätte schieben können, aber sie war da und sie mußte organischer Natur sein, weil sie von lauter Organismen ausging.

Chlor fand diese Ansteckungsstoffe und zerstörte sie — nicht etwa in der Charité zu Berlin, denn da war nicht viel für dasselbe zu thun, der baulichen und ökonomischen Verhältnisse wegen, aber in den Typhuslazarethen in Schlesien, in den Contumazen an der österreichischen Militärgrenze, in den Schiffslazarethen in dem Hafen von Marseille, in den Kriegshospitälern der Krimm, in den Pesthospitälern in Cairo wurde das Miasma durch Chlor zerstört, indem man dasselbe in den Krankensälen in äußerst geringer, die Lungen nicht belästigender Menge entwickelte oder indem man die Räume von Kranken leerte und nun große Massen von Chlor stundenlang eingesperrt auf die Wände, den Fußboden und die Lagerstätten derselben wirken ließ.

Die Luft überhaupt (also auch die Miasmen, welche Theile der Luft sind) haftet mit einer unbeschreiblichen Zähigkeit an festen Körpern; es ist ein Grad von Adhäsion da, der in Erstaunen setzt, daher ist das bloße Lüften einer Krankenstube durchaus nicht genug, man pflegt die Wände zu weißen, man thut gut, das auch mit den hölzernen Fußboden zu thun — denn Aetzkalk vertreibt die Luft, verbindet sich zum Theile mit ihr, zerstört andere und vom Fußboden wäscht man ihn späterhin ab — allein Chlor macht diese Procedur ganz überflüssig; ein Stall, in welchem rotzkranke Pferde gestanden, ist so sehr inficirt, daß noch jahrelang gesunde Pferde, welche dahinein kommen, die Krankheit erben und weiter tragen — hier hilft selbst das Ausweißen des Stalles und der Krippen nicht, ja ich habe erfahrene Cavalleristen behaupten hören: solch ein Stall müsse abgebrochen werden und das Baumaterial dürfe vor jahrelangem Lagern im Freien nicht wieder zu Ställen benutzt werden.

Solch einen Stall einen halben Tag bei engem und festen Verschluß mit Chlor gut durchräuchert und dann gelüftet, ist vollkommen gereinigt und frei von Ansteckungsstoffen. Langsam und in Gegenwart von Menschen bereitet man das Chlorgas, indem Chlorkalk in einer offenen Schale frei hingestellt wird. Es ist weiter nichts nöthig, ja etwas Weiteres wäre nachtheilig, denn es würde dadurch zu viel Chlor entwickelt, welches für die Anwesenden lästig oder wohl gar gefährlich werden müßte. Die Kohlensäure der Luft und die darin enthaltene Feuchtigkeit begünstigen eine

Zersetzung des Chlorkalkes, welcher dafür mit der Kohlensäure eine Verbindung eingeht.

Sind die Räume leer, ist also für ein Menschenleben nichts zu fürchten und will man nicht unausgesetzt einen Krankheitsstoff bekämpfen, sondern ihn rasch vernichten, so gießt man auf den Chlorkalk verdünnte Schwefelsäure, wodurch Gyps gebildet und Chlor als Gas vertrieben wird; hier kann man die Räume so stark anfüllen, als man es für erforderlich hält, jedoch dürfen keine metallischen Gegenstände in denselben vorhanden sein, weil diese zerstört oder stark angegriffen werden würden, so namentlich kein Spiegel, weil Chlor sich sehr lebhaft mit dem Quecksilber des Amalgams auf der Rückseite des Spiegels verbindet und derselbe dadurch blind wird, von der leichten Vergoldung der Spiegel- oder Bildrahmen, vollends wenn sie, wie gewöhnlich, unecht sind, gar nicht zu reden. Auch Wäsche, Bettzeug ꝛc., welches man der Desinfection wegen gerne und absichtlich den Chlordämpfen aussetzt, darf doch nicht zu lange damit in Berührung bleiben, weil sich mit der Feuchtigkeit in der Wäsche eine zerstörende Säure bildet, die unter allen Umständen, auch bei nur kurzer Berührung, aus dem Leinenzeug durch sorgfältiges Waschen mit Lauge entfernt werden muß.

Das Bleichen.

Ein Zerstörungsmittel für wasserstoffhaltige Miasmen, schädliche oder nicht schädliche Gasarten, wenn sie nur Wasserstoff enthalten, wäre im Chlor gefunden, allein dasselbe hat noch andere zerstörende Eigenschaften. Alle Pflanzenfarben, dieselben mögen Namen haben wie sie wollen, werden vernichtet; Säuren röthen sonst die blaue Farbe, Chlor und Chlorwasserstoff zerstört sie, der hartnäckige Indigo, welcher sogar durch concentrirte Schwefelsäure nicht geröthet wird, sondern in ihr sein bestes Auflösungsmittel findet, wird durch Chlor zuerst grün, dann gelb und nach kurzer Zeit farblos, es sei daß man mit Indigo gefärbte Zeuge oder eine Indigolösung dem Chlor aussetze, gleichviel, die Farbe wird zerstört, oder, wie man sich gewöhnlich darüber ausdrückt, das Zeug wird gebleicht.

Wir haben es hier mit einem räthselhaften Vorgange zu thun. Jedermann glaubt zu wissen, was Bleichen sei und doch kann kein Chemiker und kein Fabrikant die Sache endgültig erklären, so daß kein Widerspruch, kein Zweifel stattfinden könnte. Man glaubt das Bleichen

durch die Sonne, auf dem Rasen, der Oxydation zuschreiben zu können, allein man weiß doch nicht, wie dies zugeht, da ist keine Klarheit in den Ansichten. Gewiß ist, daß Sonne, Luft und Wasser zum Entfärben der Pflanzenfaser nöthig sind, gewiß aber ist auch, daß graue Leinwand zwischen zwei Glasplatten mit reinem Stickstoffgas oder Wasserstoffgas luftdicht eingeschlossen, der Sonne beliebig lange ausgesetzt werden kann, ohne verändert zu werden; gewiß ist aber auch, daß Leinwand oder Baumwollenzeug unter Wasser (doch wiederum mit Ausschluß der Luft) nicht gebleicht, sondern vielmehr dunkler gefärbt wird; also die Sonne allein thut es nicht, Sonne und Wasser gar nicht und Sonne und Luft ohne Zutritt von Wasser nur in höchst unbedeutendem Grade, wohl aber ist Jedermann bekannt, daß Sonne, Luft und Wasser im Verein die hartnäckigsten Farben, selbst Mineralfarben bewältigen, bleichen.

Das Licht scheint hierbei nicht eigentlich das Bleichmittel, wohl aber dasjenige zu sein, welches die Thätigkeit der beiden andern Mittel hervorruft, den Anstoß zu ihrer Wirkung giebt. Der Sauerstoff wird von vielen Chemikern für das eigentlich die Farbe zerstörende, dieses Zerstören selbst also wird für eine Oxydation gehalten. Weshalb denn das Wasser nöthig ist, da Sauerstoff genug in der Luft, wollen Viele nicht recht fassen, andere sagen: das Wasser sei nöthig, weil trockene Körper überhaupt nicht chemisch auf einander wirken. Man glaubt auch ferner, der Sauerstoff der Luft wirke zuvörderst auf das Wasser oxydirend und (unter der anregenden Thätigkeit des Lichts) entstehe Wasser (S. Th. I. S. 269), welches eine stark bleichende Eigenschaft hat, aber es ist doch das Auftreten dieses Wasserstoffsuperoxydes durchaus nicht nachzuweisen. Man will auch der Einwirkung desjenigen Sauerstoffes, welcher von lebenden Pflanzen im Sonnenschein entwickelt wird, einen Theil des Erfolges der Rasenbleiche zuschreiben, allein erstens kann die Sauerstoffentwickelung eines mit Leinen bedeckten Rasens nicht groß sein, zweitens sieht man in manchen Ländern, wo jeder Zollbreit fruchtbaren Bodens Werth hat, wegen der zunehmenden Uebervölkerung, wie z. B. in Würtemberg, die Bauern ihre Leinwand keineswegs auf dem Rasen ihrer Wiesen bleichen, deren Heuertrag dadurch verringert werden würde, sondern sich dazu die steinigen Flußufer aufsuchen oder die Leinwand längs der Wege auf Böcken mehrere Fuß hoch frei schwebend aufspannen und so bleichen und man nimmt keinen Unterschied zwischen dieser und derjenigen wahr, welche in den Gebirgsthälern, wie z. B. Urach wirklich auf Rasen (der ausschließlich hierzu bestimmt ist und seinen Ertrag durch den Bleicherlohn liefert) gebleicht wird.

Hat man nun das Wesen desjenigen Bleichens, welches seit vielen Jahrtausenden schon im Gange ist, noch nicht erforscht, oder kann man

sich noch nicht einigen zu einer allgemein gültigen Ansicht, so ist dies noch weniger der Fall mit der Bleichung durch Chlor. Dies Eine steht fest, daß bei sehr vielen Verbindungen organischer Substanzen mit dem Chlor Wasserstoff ausgeschieden und durch Chlor ersetzt wird, indeß im Uebrigen die bisherige Verbindung unverändert bleibt; diese Substitution, dieses Vertreten eines ausgetriebenen Körpers durch einen andern (hier das Chlor) hält man für den Grund der Farbenzerstörung, wiewohl man auch hier nicht einsieht, warum das Chlorgas, welches den Wasserstoff in den zu bleichenden Körpern vorfindet, doch immer erst des Wassers bedarf, um den Bleichprozeß zu bewerkstelligen (dem trockenen Chlorgas widerstehen die Farben trockner Stoffe).

Dies ist der Grund, warum einige Chemiker dem Chlor nur eine indirecte Wirkung zuschreiben und alles auf den Sauerstoff schieben. Chlor soll sich in den benetzten Körpern mit dem Wasserstoff zu Chlorwasserstoffsäüre verbinden und der dadurch frei werdende Sauerstoff soll das Bleichen bewerkstelligen, wie bei der Rasenbleiche (bei welcher der Sauerstoff als das allein Wirksame jedoch auch nur hypothetisch ist) — wir sehen, es häuft sich Hypothese auf Hypothese und eine soll der andern zur Stütze dienen; es scheint daher dem Verfasser angemessen, dieses Gebiet zu verlassen und einfach zu sagen: so und so ist es — Chlor bleicht feuchte oder nasse Pflanzenstoffe. Ein Factum und nichts weiter, mit dessen Erklärung wir uns nicht abgeben wollen (ehrlich gesagt, nicht können), weil die Acten noch nicht reif sind zum Spruche und ein gewissenhafter Richter sich unter solchen Umständen immer des Urtheils enthalten wird. Es kann allerdings daraus ein Prozeß entstehen, der denjenigen des Reichskammergerichts zu Wetzlar gleicht, welches der Olymp der Prozesse war, wie Jean Paul sagt: „weil dort die Unsterblichen wohnen“, allein besser kein Urtheil, als ein falsches!

Das Bleichen selbst betreffend, so muß zugestanden werden, daß es nachgerade ein möglichst ausgebildetes technisches Gewerbe geworden ist. Die Hausfrauen haben sich viel von ihren wichtigsten Befugnissen aus den Händen nehmen lassen. — Der Verfasser will nicht behaupten, daß jene Zeit, in welcher die Königin von Ithaka, die edle Penelope, spann und webte, in welcher Nausikaa, die Tochter des Königs der Phäaken, mit ihren Mägden an den Fluß ging, um die Gewänder für den ganzen Haushalt zu waschen, eine schönere und glücklichere war als die jetzige, er gehört überhaupt nicht zu den Schwärmern, welche immerfort auf die alte Zeit zurückweisen als die bessere, die gute; denn unzweifelhaft ist die Welt fort- und vorgeschritten, sie ist physisch und moralisch besser geworden, wir haben weder mehr Draconische noch mit Blut geschriebene

Carolinische Gesetze, und dennoch kommen so gräuliche und entsetzliche Verbrechen wie zur Zeit, wo sie bestanden, nicht mehr vor, wir brauchen kein Geleit mehr auf unseren Heerstraßen, um sicher zu reisen, nur Sachsen braucht noch das Geleitgeld, obwohl auch seine Raubritter schon längst in friedliche Landwirthe umgewandelt sind, welche ihr Recht des Stärkeren höchstens noch gegen Hasen und Rehe ausüben — — aber daß die Haushaltungen, damals als Schiller sang:

„Wie sorglich waltet die züchtige Hausfrau,
Und sammelt im reinlich geglätteten Schrein
Die schimmernde Wolle, den schneeigen Lein,
Und fügt zu dem Guten Glanz und Schimmer
Und ruhet nimmer!"

— — daß die Haushaltungen damals besser und mehr ihrem Begriff entsprechend waren, als die jetzigen, unterliegt auch bei dem eigensinnigsten Optimisten wohl keinem Zweifel. Indeß giebt es keine Hausfrauen mehr in jenem edlen, erhabenen Sinne, es giebt nur noch Damen, und für diese freilich ist es bequemer, daß Spinnmaschienen und Webemaschinen ihnen die Mühe des Spinnens abnehmen und ihre langen Winterabende frei machen für Bälle, Concerte und Assembleen, und daß Bleichereien, Kunstbleichen ihnen die Sommertage frei machen für Spaziergänge, Landpartbieen oder Vergnügungsreisen.

Wir haben jetzt allerdings auch nicht mehr so gute derbe Stoffe, aber das hat auch seinen Vortheil, je weniger dauerhaft sie sind, desto öfter bekommt man neue Kleider, neue Wäsche, und darauf richten sich auch die Näherinnen ein, welche die Arbeiten der ehemaligen Hausfrauen mit der Nadel übernommen haben, sie nähen mit Baumwolle, weil sie sehr gut wissen, daß ihre Naht doch länger halten wird als das Zeug und daß es also schade wäre um den theueren leinenen Faden, und so kommen alle mit einander ganz gut aus, es richtet sich immer einer nach dem andern ein.

Es soll nun durchaus nicht gesagt werden, daß die künstliche oder chemische Bleiche überhaupt eine nachtheilige, die Wäsche zerstörende sei, im Gegentheil wollen Techniker behaupten, ein Stück Leinwand verliere durch die künstliche Bleiche an Gewicht, und an Haltbarkeit weniger als durch die Rasenbleiche, allein das Bleichen an sich ist schon etwas Nachtheiliges für die Stoffe, und es ist diese Operation immer dasjenige, was bei einem gefährlichen Kranken eine heroische Kur ist; er wird vielleicht von der Krankheit geheilt, allein er verfällt in eine schwerere, wenn schon in eine ganz andere.

Die Leinwand ist — je nach der Güte des Flachses, dem längeren

oder kürzeren Rösten desselben, und je nachdem es auf dem Acker oder im Sumpfe vorgenommen ist, mehr oder minder grau, das Bleichen soll diese Farbe entfernen und sie in Farblosigkeit, in Weiß verwandeln. Was soll nun geschehen — ja wenn wir die Stoffe kennten, die verändert, verwandelt werden sollen, so würde eher etwas zu machen sein, allein wir wissen nicht, ist es Pflanzenschleim, ist es Eiweisstoff, ist es Wachs, Harz, Extractivstoff, was da färbt, wir gehen durchaus nicht principiell, sondern nur rein empirisch zu Werke; dies ist zwar bis zu einem gewissen Grade ganz gut, aber es hindert den Fortschritt, denn sobald keine Basis für das weitere Schreiten da ist, kann man überhaupt nicht schreiten. Nun hat man wohl auf dem Wege der Untersuchung gefunden, daß reine, alkalische Laugen aus der zu Gespinnsten verwendeten Pflanzenfaser einen Stoff, und zwar mehrere Procente eines solchen ausziehen und daß derselbe durch Säuren als eine fast schwarze Substanz gefällt wird — aber die Faser wird durch die Entziehung dieses Stoffes keinesweges weiß.

Man weiß ferner, daß die Behandlung der zu bleichenden Substanzen mit verdünnten Säuren die Arbeit des Bleichens sehr fördert, man weiß auch, daß die Auflösung mineralischer Substanzen für beide Oxyde, die entweder in der Pflanzenfaser enthalten sind oder die durch das Rösten, Spinnen, Weben dazu gekommen sind, durch die Säuren ausgezogen, aufgelöst, verwandelt werden, allein die Wirkung der Säuren ist sehr viel stärker, als daß sie blos dieser Thätigkeit (Auflösung der Oxyde) entsprechen könnten — sie thut viel mehr, aber wie man ihre Thätigkeit auffassen soll, weiß man nicht, eben weil das Obige, welches man als ihre zunächstliegende Wirkung erkennt, nicht ausreicht zur Erklärung.

Die Säuren, die Alkalien, die alkalischen Erden, welche man beim Bleichen anzuwenden gezwungen ist, zerstören alle die Pflanzenfaser in längerer oder kürzerer Zeit, es giebt kein Zeug und wäre es aus neuseeländischem Hanf (einer Schilfgattung, formium tenax) gemacht, was einem der Aetzalkalien oder einer der Säuren auf die Dauer widerstände und doch ist man gezwungen sich ihrer zu bedienen; eines der unschädlichsten Mittel scheint noch der Aetzkalk zu sein, denn er für sich übt keine bemerkliche Wirkung aus, so aber nutzt er auch nichts und wenn man ihn als Bleichmittel anwenden will, so muß es in Verbindung mit Wasser als Kalkwasser oder als Kalkmilch geschehen und hier ist die Wirkung auch sofort bemerkbar, daher die Anwendung desselben nur kurze Zeit dauern darf, wenn aber in dieser kurzen Zeit irgendwo ein Paar Falten des Zeuges aus dem Wasser heraus sehen, mit der Luft in Berührung kommen, so ist es, als ob man Scheidewasser darauf gegossen hätte, die Stellen werden mürbe, das Zeug wird wie Zunder, man kann es zu Pulver zerreiben.

Findet die Lösung des Bleichkalkes nicht einen leicht zersetzbaren Stoff, so greift sie die Fasern des Gewebes sehr heftig an und zwar, wie natürlich, um so stärker je länger die Wirkung dauert und je höher die Temperatur ist, bei welcher die Einwirkung stattfindet. In dem unlöslichen Theil des Bleichkalks befindet sich eine Kalkverbindung, deren Wesen man noch nicht näher kennt, welche sich in das Gewebe eindrängt und später, wo man, um die Wirkung der alkalischen Erde zu hemmen, zu neutralisiren, die Zeuge mit verdünnten Säuren behandelt, die Säure theilweise an sich rafft, damit aber keineswegs eine neutrale, eine unschädliche, sondern eine so zerstörende Substanz bildet, daß die Zeuge ihren Zusammenhang verlieren, kaum der ersten Wäsche Widerstand leisten, ja selbst die Gährung, welche nöthig ist, um die mehligen kleistrigen Theile, die Schlichte, zu entfernen, wird den Zeugen sehr gefährlich. Wie sehr dies der Fall ist, zeigen uns die Maschinenpapiere, deren Masse gebleicht werden muß, lange bevor sie Papier wird. Alle möglichen Vorsichtsmaaßregeln werden noch getroffen, das Zeug wird nach dem Bleichen, wer weiß es wie oft gewaschen, es fließt in reinem, sich stets erneuerndem Wasser auf das große Drahtgewebe, auf welchem es zu Papier zusammen gerinnt, es wird dann schnell durch heiße Walzen getrocknet und Feuchtigkeit und Säure wird verjagt — dennoch ist all dieses Papier brüchig, so daß die Behörden für Aktenstücke, von denen man hundertjährige Dauer fordern muß (Besitzdokumente, Pläne oder Karten von Landgütern rc.) sogenanntes holländisches Papier verlangen, da erweislich selbst sehr gutes Maschinenpapier im Laufe von 30 bis 40 Jahren in sich selbst verrottet, bei mangelnder Vorsicht kann aber dieses viel früher eintreten, ein Theil von Rotteck's Weltgeschichte (kleine Ausgabe bei C. Hoffmann in Stuttgart erschienen) wurde auf schlecht gebleichtem Papier gedruckt — es hielt nun zwar das Pfalzen und Versenden aus, allein das Binden nicht, und der Verleger forderte alle die Hefte, welche auf diesem Papier gedruckt waren, wieder ein, um sie gegen neu gedruckte zu vertauschen, der Papierfabrikant natürlich mußte den ganzen Schaden tragen und weigerte sich dessen auch nicht.

Wenn aber hier, wo die Fasern an sich schon so kurz sind, daß man kaum glauben sollte, sie könnten noch kürzer werden, der Einfluß der Bleichsubstanzen so groß ist, wie nun erst, wo die Fasern fußlang sein und bleiben sollen, wo die Länge der Fasern ein Vorzug ist, den man besonders schätzt, der die Haltbarkeit bedingt, daher Leinwand von Handgespinnst viel dauerhafter ist, als solche von Maschinengespinnst. Würde bei diesen langen Fasern das Zerstören des Zusammenhanges nur alle Zoll weit eintreten, so wäre solche Leinwand schon viel schlechter als Baumwollenzeug, nun tritt aber die Zerstörung viel häufiger ein, und so werden die Zeuge

brüchig, sie schlitzen nach allen Richtungen, und recht deutlich ist der Einfluß des Bleichverfahrens bei streifig gedruckten Zeugen wahrzunehmen, wenn z. B. der zu Gardinen gebrauchte Kattun türkisch roth gefärbt ist, so hat dieses Zeug eine große Dauer, die Farbe ist vortrefflich, widersteht der Luft und dem Lichte sehr gut, auch das Waschen verändert sie gar nicht. Hat dieses Zeug weiße Streifen, so sind sie durch Chlorkalk hervorgebracht, der die rothe Farbe zerstört. Er ist, wie begreiflich, nachdem er seine Wirkung gethan, entfernt, allein die Faser ist angegriffen. Einige Jahre des Gebrauchs machen das Zeug mürbe, überall wo weiße Streifen sind, schlitzt es, zum Theil möchte man glauben, ganz von selbst ohne äußeres Zuthun. Reißt man solches Zeug querüber, so geht der Riß bis an den nächsten weißen Streifen, dieser wird aber nicht quer durchschnitten, sondern der Riß lenkt plötzlich rechts oder links ab, wird ein Längsriß statt eines Querrisses.

Hier ist es, wo der oben gebrauchte Vergleich seine Geltung findet, die Krankheit ist vorhanden, das Heilmittel ist vorhanden, dieses letztere ist das sichere und eigentlich das einzige, allein es ist so gefährlich, daß es zwar die Krankheit hebt, aber eine andere, eine Vergiftung hervorbringt, wenn man es nicht mit der äußersten Vorsicht anwendet, so auch muß der Bleicher mit seinem gefährlichen Heilmittel vorschreiten, welches zwar die Krankheit des Grauseins der Leinwand hebt, aber bei der geringsten Uebertreibung in der Anwendung eine viel schlimmere Krankheit, das Mürbesein, hervorbringt.

Es ist unerläßlich bei dem künstlichen Bleichen langsam vorzuschreiten, es muß immerfort das gelindeste Mittel, d. h. das einmal anzuwendende, also in unserem speciellen Falle Chlor in schwächstem Grade genommen werden, man darf nichts übertreiben, man darf sich die Geduld nicht vergehen lassen, der Bleicher muß sich einzureden suchen, er werde die allergrauste Leinwand mit dem allerdünnsten Chlorwasser in der allerkürzesten Zeit, welche ihm die Erfahrung an die Hand giebt, bleichen. Wenn er das Zeug aus der Bleichflüssigkeit nimmt und gewahrt, daß sein Ziel lange noch nicht erreicht ist, so darf er nicht etwa das Zeug noch länger liegen lassen, dies würde eben zur Zerstörung führen — er muß das Bleichmittel neutralisiren, die neutrale Verbindung durch wiederholtes Waschen mit guten Waschmaschinen in weichem Flußwasser entfernen und dann zu einem neuen Bleichversuch schreiten, wieder waschen, abermals laugen, abermals waschen, und so fort, bis endlich nach vielen Wiederholungen das gewünschte Ziel erreicht ist.

Man muß nun aber nach diesen Andeutungen über das künstliche Bleichen, welches wir sogleich beschreiben werden, nicht glauben, die Rasen-

bleiche sei demnach doch jeder anderen vorzuziehen — dies ist durchaus unrichtig, denn das Bleichen besteht ja nicht im Ausspannen auf einem Grasplatz und in fleißigem Begießen — dieses ist nur eine Unterstützung des sonstigen Verfahrens, es ist beinahe nur ein Abtrocknen und Lüften der Leinwand, welche während 70 Tagen 20mal in Lauge gekocht, und gewaschen und auf dem Rasen gebleicht, endlich aber mit Säure behandelt und wieder gewaschen wird, dies alles nur zur Dreiviertelbleiche. Soll die Rasenbleiche vollständig sein, so wird nach dem Säurenbad (ein Theil Vitriolöl auf 1000 Theile Wasser) das frühere Verfahren mit dem Kochen in der Lauge, dem Ausbreiten auf dem Rasen und dem Begießen noch wenigstens sechsmal wiederholt, endlich behandelt man die Leinwand nochmals mit Säure, spület sie, walkt und bleicht sie, und diese sechs Beuchen und sechs Rasenbleichen fordern wieder wenigstens 20 Tage, so daß im Ganzen drei Monate vergehen, während welcher Zeit die Leinwand durch die Laugen ein volles Viertheil an Schwere verloren hat.

Wir sehen hieraus, daß ein bedeutender Verlust an Masse da ist, und dasjenige, was uns hier beschäftigen soll, die Chlorbleiche, bringt keinen größeren Verlust hervor; der Zeugverlust entsteht durch das Entfernen der Schlichte, und dieses muß geschehen, gleichviel in welcher Weise das Bleichen fortgesetzt werden soll, ob allein auf dem Rasen, oder nachdem diese Luft- und Sonnenbleiche einen Theil der Farbe bereits zerstört hat.

In Irland wird die Chlorbleiche auf die nachfolgende Art eingeleitet und fortgeführt.

Die Leinwand, wie sie vom Webestuhl kommt, wird eine halbe Stunde lang im Wasser mit tüchtigen Holzhämmern, mit breiten Schlägeln bearbeitet, darauf wird sie mit lauwarmem Wasser angestellt, in großen Bottichen einer Gährung überlassen, welche nahezu drei Tage lang währt, den Kleister, das Dextrin, den Gummi oder was man sonst beim Schlichten des Aufzuges angewendet hat, erweicht, gallartig macht, auflöst und dem nachfolgenden Klopfen und Waschen so weit vorarbeitet, daß dieser Kleister dadurch entfernt werden kann.

Nachdem dieser erste Prozeß beendet ist, wird zum Auslaugen geschritten. In einen großen Kasten, dessen luftdicht schließender Deckel einen höheren Siedepunkt als den des Wassers an freier Luft gestattet, werden 250 bis 300 Stück Leinwand zu 50 bis 60 unserer Ellen eingelegt, man rechnet auf jedes Stück zwei Eimer Wasser, und dieses enthält ein bis ein und ein Drittel Procent trockne Alkalis; man wendet dazu kohlensaures Kali — kohlensaures Natron oder auch theilweise Aetzkali an. Nachdem die Erhitzung bis auf 104 Grad etwa 2 Stunden lang gedauert hat, wird die Leinwand alle zusammen gleichzeitig (damit nicht ein Stück länger als

das andere in der Lauge bleibe) mittelst eines großen und starken Netzes, in dem die ganze Masse lag — aus der Lauge gehoben, gewaschen, tüchtig geklopft, nochmals gewaschen, ausgespült, und dann auf dem Rasen gebreitet, wo die Leinwand bei heiterem Sonnenschein zwei Tage, bei nebligem Wetter drei Tage liegen bleibt, worauf sie wieder in Lauge kommt, und alles dieses wenigstens sechsmal, mitunter aber auch 13- bis 14mal wiederholt wird, so daß diese Behandlung 18 bis 42 Tage dauert.

Nun erst geht man zu den Säure- und Chlorbädern, um die Bleichung zu vollenden, indem dieselbe bis hierher vorgeschritten, der Leinwand wohl im Allgemeinen ein weißes Ansehn gegeben, überall jedoch noch zahlreiche strohgelbe Streifen von denjenigen Aufzug- oder Einschlagfäden zurückgelassen hat, welche beim Brechen des Flachses nicht ganz von der Rindensubstanz befreit worden sind. Hier soll das Chlorbad nachhelfen und dazu bringt man zuvörderst die auf dem Rasen getrocknete Leinwand in verdünnte Schwefelsäure (1 Th. concentrirte Säure auf 300 Th. Wasser), worin man sie über Nacht liegen läßt. Es wird stets mit der größten Sorgfalt darauf gesehen, daß auch nicht das Geringste von der Leinwand aus der Flüssigkeit heraussehe, dieselbe muß womöglich fußhoch über dem Zeuge stehen, an der Luft tritt eine gefährliche Oxydation ein, welche die Leinwand zerstört.

Am Morgen wird die ganze Masse gleichzeitig aus der Säure gehoben, eine halbe Stunde unter stets zufließendem Wasser mit großen Schlägeln bearbeitet, dann wird sie mit weißer (harter) Seife eingerieben (wobei man ein Viertelpfund auf ein Stück von 60 Ellen rechnet) zwei Stunden lang in Lauge gebeucht, darauf gewaschen und nun auf der Wiese ausgelegt. So weit muß sie gebracht werden, bevor man Chlor anwendet und diesem muß immer ein Säurebad wie das beschriebene vorhergehen und ein schwächeres nachfolgen.

Die Anwendung des Chlors geschieht entweder durch die Javellische oder Labarraquesche Flüssigkeit oder durch eine Chlorkalklösung. Die Bleichflüssigkeit wird in Irland, die Kalklösung meistens in Deutschland angewendet, und die Bleichflüssigkeiten, deren Erfinder ihnen die beiden unterscheidenden Namen gegeben haben, sind entweder Bleichkali oder Bleichnatronlösungen.

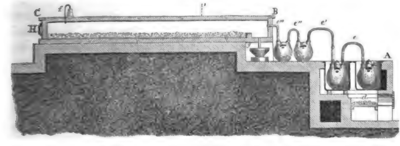
Wenn man den Chlorkalk schon fertig hat, so ist die Bleichflüssigkeit leicht bereitet, muß man aber diesen sich erst machen, so geschieht es am leichtesten und einfachsten in der Art, daß man reinen, fetten Kalk brennt, löscht, zu Kalkmilch macht und in diese Chlorgas leitet, so lange noch eine Absorption desselben erfolgt. Die Operationen dürfen nicht unmittelbar hinter einander folgen, der gebrannte Kalk muß erst kalt werden, der ge-

löschte Kalk, welcher sich auf das lebhafteste wieder erhitzt bis zum wildesten Kochen der Kalkmilch, muß gleichfalls bis auf die gewöhnliche Temperatur der Luft herunter kommen, verkühlen und eindicken, bevor man mit Zuführung von Chlorgas vorgeht, dann aber muß man auch dieses vorsichtig einleiten und fortführen, weil dabei wieder eine Erhöhung der Temperatur eintritt, wodurch die Aufnahme des Chlors gehindert wird, auf mehr als 30 Grad darf man die Temperatur nie steigen lassen.

Gewöhnlich hat man aus Ziegeln oder aus Sandsteinplatten aufgemauerte Räume von 30 bis 40 Fuß Länge und 12 bis 18 Fuß Breite, aber man kann sie nach Bedarf natürlich noch kleiner sowohl als größer machen, die Hauptsache ist, daß ihre Wände dem Chlor widerstehen und dieses wird auf mancherlei Weise zu bewerkstelligen gesucht. Vor allen Dingen darf man keine Kalksteinplatten anwenden, eben so wenig darf man mit Kalk mauern, die innersten Schichten müssen unter allen Umständen mit Lehm gefügt sein, die Ritzen und Spalten aber müssen mit Harz ausgefüllt werden, den Boden tränkt man mit heißem Oel, in welchem Wachs aufgelöst worden; wo Spiegelgießereien sind, oder wo, wie in Rußland, Spiegel von ungeheuren Dimensionen, also auch von angemessener Dicke geblasen werden, kommt es nicht selten vor, daß man große Stücke für unbrauchbar erklären muß, diese haben dann nur den Werth der rohen Glasmasse, sie würden zerschlagen und umgeschmolzen werden. Solche Tafeln kauft der Chlorkalkfabrikant sehr gern, um seine Kammern damit auszukleiden, sie widerstehen vollkommen und sind, gut in Kitt eingelegt, nicht zu verwüsten. Wo man dieses trefflichste Material nicht hat und doch nicht gern Ziegelsteine verwenden will, da kann man Blei nehmen, welches eben so gute Dienste leistet.

Die Fig. 293 zeigt einen Längendurchschnitt solcher Kammer mit den

Fig. 293.



dazu gehörigen Chlorentwickelungsapparaten. Die Kammer B C aus Stein oder Glas oder Bleiplatten zusammengesetzt, hat bei H eine Oeffnung,

Digitized by Google

durch welche die Leute einsteigen, falls der Apparat groß ist, durch welche hingegen die Schaufeln oder die zweirädrigen Karren mit Bodenklappen, die man von außen öffnen kann, geführt werden, wenn die Kammern klein und niedrig sind. Bei f ist ein Sicherheitsrohr, ein Heber, außen in einem Gefäß mit Wasser hängend. Wird der Luftdruck zu groß, so kann das überflüssige Gas entweichen. Man läßt es selten dahin kommen, weil man weder Verlust an Chlor erleiden, noch den Prozeß so beschleunigen will, daß der Kalk sich zu sehr erhitzt. Auf dem Boden dieses weiten Raumes ist der zerkleinerte, gelöschte Kalk ausgebreitet, der vorderste Theil der Kammer ist durch eine kleine Mauer g so abgetheilt, daß der Kalk nicht bis über dieselbe hinausgeht, unterhalb B münden die Gasentwickelungsröhren in die Kammer und was sie an Feuchtigkeit, an Säure flüssig oder dampfförmig mit sich führen, kann hier gesammelt und durch ein Abzugsrohr in ein untergesetztes Gefäß geleitet werden.

Wir sehen bei A den Anfang der Operation. Ueber den Heerd a, der mit dem wohlfeilsten Brennmaterial geheizt werden kann, stehen zwei eiserne Kessel, in denen wieder zwei große tönerne Gasentwickelungsflaschen befindlich. Der Zwischenraum ist nicht mit reinem Wasser, sondern mit einer Salzlösung gefüllt, die einen höheren Siedepunkt hat, also auf mehr als 100 Grad erwärmt werden kann. In diesen Flaschen befindet sich Salzsäure und Braunstein und zwar in folgender Art.

Fig. 294 zeigt den Durchschnitt solcher Bombe aus Steingut, sie hat drei Oeffnungen, wie die Woulffschen Flaschen. Die beiden seitlichen zum Einfüllen der Säure oder zum Fortleiten des Gases, die mittelste größte zum Ausräumen und Waschen des Gefäßes, im gegenwärtigen Falle auch zur Einbringung des Braunsteins. Ein Cylinder von derselben Masse wie die großen Krüge und etwa von der Weite einer Selterwasserflasche M, mit sehr vielen kleinen Löchern und oben zwei großen, zollweiten — enthält den gröblich zerschlagenen Braunstein. Mit einer Zange Fig. 295, deren offenstehende Handhaben gestatten, daß man die geschlossenen Haken in den Cylinder hinein bringe, und deren zusammengedrückte Handhaben die Haken in die großen Löcher des Cylinders treiben, kann man diese Reinigungsgefäße mit ihrer Füllung von Braunstein, sowohl in die Gasentwickelungsflaschen hängen, als nach dem Gebrauch herausheben. Stöpsel, Gasentwickelungsrohr und Deckel sind abgesondert gezeichnet, sie müssen, wie begreiflich, luftdicht aufgesetzt werden.

Fig. 294.

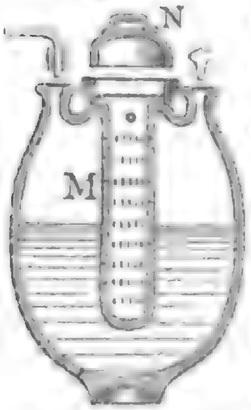
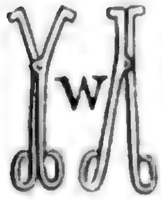


Fig. 295.



Aus dem vordersten Ballon entwickelt sich Chlor und geht durch die Verbindungsröhre c nach dem zweiten, woselbst Gleiches geschieht, Chlor

entwickelt wird und mit dem der ersten Flasche weiter zieht. Zuerst durch die Röhren c' und c'' nach zwei leeren Ballons, in denen sich mit fortgeführte Säuren und Dämpfe niederschlagen und sammeln können, dann aber durch die Röhre c''' nach der Kalkkammer.

Wo die Sache, wie hier vorausgesetzt, fabrikmäßig betrieben wird, läßt man es nicht bewenden bei einem solchen Apparat, sondern es sind deren fünf hinter einander, so daß zehn Säure- oder Gasentwickelungsflaschen in zwei Reihen über dem Feuer, zehn andere aber auf dem erhöheten Absatz stehen, um die Dämpfe aufzunehmen und nur das Chlorgas weiter streichen zu lassen.

Fig. 296.

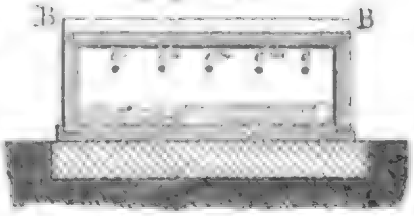


Fig. 296 zeigt die vordere Ansicht der Kalkkammer mit den fünf neben einander liegenden Oeffnungen, bestimmt, die einzelnen Mündungen der letzten Gasentwickelungsröhren aufzunehmen. In den Seitenwänden pflegt man einander gegenüber Fensterscheiben von starkem Glase einzusetzen, so daß man von außen hindurchsehend an der Farbe des Gases erkennen kann, ob dasselbe in genügender Menge entwickelt wird; die Farbe ist um so dunkler, je stärker die Menge des Gases.

Auf dem Boden liegt entweder eine drei bis vier Zoll hohe Schicht des Aetzkalkes, oder es sind mehrere Schichten übereinander. Im ersten Falle rührt man mit langen Krücken und daran befindlichen Harken oder Rechen die Kalkmasse öfter um; im zweiten Falle liegt der Kalk in drei bis vier verschiedenen Schichten auf Hürden über einander und das Chlor streicht zwischen diesen hindurch, dann ist das Rühren überflüssig.

Da die obersten Schichten von beiden Seiten umflossen werden, sind sie früher gesättigt, als die unteren und man sperrt den Zuzug des Chlors ab, wartet, bis der eingeschlossene Chlordampf absorbirt ist, dann öffnet man die Kammer, nimmt die sämmtlichen obersten Hürden heraus, bringt die dritte höher hinauf, die zweite an Stelle der dritten, die unterste auf die Stelle der zweiten und auf den leer gewordenen untersten Raum führt man neues Kalkhydrat ein. Dann wird die Kammer wieder luftdicht geschlossen und nun von Neuem Chlor zugelassen.

Dieser Wechsel dauert mehrere Stunden, aber so lange kann man die Ausströmung des Chlorgases nicht hemmen, entweder die Gefäße oder die Lutirungen würden nachgeben und die ganze Masse des sich entwickelnden Chlorgases würde verloren sein. Deshalb pflegt man zwei Kalkkammern neben einander zu haben und indessen man die eine theilweise ausräumt und mit neuem Kalk beschickt, wird das Chlorgas in die andere geleitet, so gewinnt man eine ununterbrochene Thätigkeit, erzielt eine Verdoppelung

der Production und vermeidet zugleich, was höchst wichtig ist, die stets eintretende Erhitzung des Kalkes, indem die Verbindung desselben mit dem Chlor bis zu dem verlangten Grade (der die Sättigung aber nicht erreichen darf) in vier Absätzen geschieht, da dann in den Zwischenräumen der sich erhitzende Kalk immer wieder Zeit erhält, sich abzukühlen. Zu der ganzen Arbeit sind dann zwei Tage erforderlich, der zuerst unten eingetragene Kalk wandert nach sechs Stunden eine Stufe höher, nach abermals sechs Stunden wieder, bis es schließlich von der vierten und letzten Hürde fertig abgeräumt wird. Hieraus ergäben sich allerdings nur 24 Stunden, nicht 48; allein da jede Operation zweimal in den beiden Reihen von Kammern vorgenommen wird und inzwischen die eine Operation sechs Stunden lang unterbrochen wird, während in derselben Zeit diese Arbeit in der andern Abtheilung vor sich geht, so entstehen vier sechsstündige Arbeitszeiten mit vier sechsstündigen Pausen; so verlaufen also vom Augenblick des Eintragens einer neuen Kalkschicht bis zur Wiederkehr derselben Arbeit immer zweimal sechs Stunden, im Ganzen also, bis die unterste Schicht durch alle über ihr befindlichen gewandert ist, zwei Tage.

Die Arbeit wird ununterbrochen fortgesetzt und der fertige Kalk sogleich gesiebt, und in trockne Fässer gebracht, welche inwendig mit Papier ausgeklebt sind und deren Deckel nach dem Verschluß gleichfalls verklebt werden, eine Vorsicht, welche nöthig ist, damit der Bleichkalk nicht an Chlor verliere. Deshalb auch sättigt man denselben niemals, sondern gestattet oder bewerkstelligt, daß immer ein Theil desselben noch ätzend bleibt. Diesem überschüssigen Antheil Aetzkalk verdankt man es erfahrungsgemäß, daß der Chlorkalk bei mittleren Temperaturen und in trocknen Räumen lange Zeit wirksam erhalten erhalten wird, indem dadurch die Zersetzung desselben verhindert oder doch so verlangsamert wird, daß der Verlust nicht bedeutend ist.

Guter Chlorkalk ist ein weißes, gleichmäßiges Pulver von dem eigenthümlichen Chlorgeruch, den er jedoch nur schwach entwickeln darf, so wie er auch nur langsam feucht werden darf, welche beide Eigenschaften Hand in Hand gehen; wird er zu schnell feucht, so entwickelt sich das Chlor zu schnell, wird dann sehr lästig, seine Thätigkeit ist aber auch sehr bald erschöpft. Er zerfließt übrigens an der feuchten Luft immer unter Sauerstoffentwickelung zu einer Chlorcalcium haltenden aber nicht mehr bleichenden Flüssigkeit. Aus dem Chlorkalk aber gewinnt man die Bleichflüssigkeit durch Auflösen desselben in reinem Wasser, da dann der überschüssige, nicht mit Chlor gesättigt gewesene Kalk als weißes Pulver zu Boden fällt. Diese Flüssigkeit wird auch oft durch Einführung von Chlorgas in Kalk-

milch gewonnen, sie wird eben so wie trockner Chlorkalk durch Licht und durch Wärme zersetzt.

Um aus dem Bleichkalk die Bleichflüssigkeit zu gewinnen, zersetzt man denselben durch kohlensaures Kali — dann hat man die Javelle'sche Lauge, oder mit kohlemsaurem Natron — alsdann erhält man die Labarraque'sche Bleichflüssigkeit; an Stelle der kohlensauren Alkalien wendet man auch schwefelsaure an, weil sie wohlfeiler sind (schwefelsaures Natron wird z. B. bei der Bereitung von Salzsäure als Nebenproduct gewonnen). Auch kann man die eine wie die andre Bleichverbindung darstellen, indem man in eine Auflösung von Pottasche oder von Soda, welche mit dem Zehnfachen an Wasser verdünnt ist (d. h. zu der concentrirten Lauge wird noch neunmal so viel Wasser gegossen, so daß die Lauge im Ganzen zehnmal so viel Wasser hat, als zur Auflösung erforderlich wäre), so lange Chlorgas leitet, bis blaues Lackmuspapier durch Eintauchen in dasselbe sofort gebleicht wird. Diese Art der Darstellung ist die älteste und sie war viel früher als die Javelle'sche Methode bekannt.

Alle diese Flüssigkeiten sind kräftige Bleichlaugen und die letzteren haben noch einen Vorzug vor den blos mit Chlor bereiteten, da sie nämlich neben den Chlorverbindungen auch kohlensaure Salze enthalten, so bleichen sie auch den Rost oder Eisenflecke, welches Chlor allein nicht bewerkstelligt.

Kehren wir nun zu dem Bleichen selbst zurück; nachdem wir gelernt, das Bleichmaterial zu machen, so ist dessen Anwendung in folgender Art zu bewerkstelligen.

Die vorräthig gehaltene Bleichlauge wird mit so vielem Wasser verdünnt, daß der mit diesem Verfahren nicht Vertraute glaubt, sie müsse nothwendig unwirksam sein, denn mit Indigo mittelblau gefärbte Wolle wird, nachdem sie 24 Stunden in solchem Präparat gelegen hat, noch nicht bemerkbar verändert; dies will sagen: die Wolle scheint noch grade von derselben Farbe als damals, wo man sie in die Flüssigkeit brachte.

Eine so verdünnte, kaum mehr Lauge zu nennende Flüssigkeit wird in große Kübel von der Ausdehnung mächtiger Braubottiche gebracht und darein bringt man die Leinwand, nachdem sie das erste Säurebad bekommen, gelaugt, geseift, gewaschen und auf der Wiese getrocknet worden. Hier bleibt sie zwölf bis vierzehn Stunden stehen, doch völlig eingetaucht, so daß keine Ecke und keine Falte aus der Flüssigkeit heraussteht, weil sonst eine Zerstörung des Zeuges stattfinden würde, eben deshalb wird die Leinwand, wenn die nöthige Zeit verstrichen, auch gleich wieder in reines Wasser gebracht und unter Waschhämmern tüchtig bearbeitet, bis man glaubt, das Chlor los zu sein. Ist dieses geschehen, so kann sie gefahrlos

der Luft ausgesetzt werden und dies geschieht, denn sie muß wieder auf der Wiese getrocknet werden, um in ein zweites Säurebad gebracht, dann wieder gewaschen, mit Seife durchgewalkt und schließlich nochmals auf der Wiese ausgebreitet und zwei Tage dort, aber unter häufigem Begießen gelassen zu werden.

Dieses geschieht jedoch nur mit der feinsten Leinwand so, mittelgute kommt nach der Behandlung mit Säure, welche für die feinste der Schluß der Operation ist, nochmals in Chlor, macht alle die beschriebenen Operationen zum zweiten Male durch und die noch viel gröbere Sorte muß noch ein drittes Mal eben so behandelt werden; diese erhält also vier Säure- und drei Chlorbäder, nachdem die Bleichung auf der Wiese beendet ist. Um die zuletzt angewendete Säure zu neutralisiren, wird die Leinwand noch zwei Stunden lang mit sehr schwacher Lauge und etwas Seifenzusatz angestellt und ohne zu kochen auf einer Temperatur von 95 Grad circa gehalten.

Das in Deutschland für die Leinwand übliche Verfahren, mit Chlor zu bleichen, ist dem bisher beschriebenen ganz gleich, bis auf die Bleichflüssigkeit, die statt der Javelle'schen Lauge nichts weiter als eine Auflösung von Bleichkalk ist.

Die Fabrikanten sehen es gern, wenn hier und dort in der Leinwand noch ein gelber Faden oder schmaler Streifen von ähnlicher Farbe ist, sie liefern damit den Beweis, daß die Gewebe geschont seien, daß man nicht bis zu der äußersten Grenze geschritten sei, welche nöthig wäre, um diese letzten Spuren der gefärbten Pflanzenfaser zu entfernen, wodurch dann, da auch die schon weiße Leinwand noch gechlort werden muß, während das ganze Bestreben doch eigentlich nur dem geringen gelben Streifen gilt, das schon weiße Gewebe sehr zum Ueberfluß angestrengt wird.

Das Bleichen der Baumwolle gelingt sehr viel leichter, weil hier die Faser an sich schon viel heller, die Rindesubstanz, welche zum großen Theil mit zur Färbung beiträgt, gar nicht vorhanden ist, endlich aber dasjenige, was dem Bleichen so hartnäckig Widerstand leistet, die erst künstlich hervorgebrachte Verunreinigung durch das Rösten und Faulen in schlammigem Wasser, ganz und gar wegfällt, gar nicht angewendet wird; es geschieht beim Flachs, um den Leim, den Gummi fortzuschaffen, vermöge dessen die Fasern an einander haften und bandartig werden; es geschieht, um diese Fasern zu trennen, zu isoliren, dann erst, wenn dieses geschehen, kann man den langfasrigen Flachs so fein spinnen, als man irgend will. Bei der Baumwolle sind die Fäden bereits fein genug zertheilt, es fällt mithin der Grund zu einem solchen Rösten ganz fort und somit auch bleiben alle die damit verbundenen Uebelstände aus, dergestalt, daß wenn bei der Leinwand

immer die Rasenbleiche und das wiederholte Waschen und Laugen die Hauptsache thun, das Chlor nur schließlich nachhelfen kann, einen auf dem Rasen vielleicht nicht zu erreichenden Perlschimmer zu geben, die Baumwolle von Hause aus mit Chlor behandelt und die Bleiche hiermit beendet werden kann und ein Stück Baumwollenzeug in zwei Tagen fertig ist, während die Leinwand drei Monate fordert.

Auch hier geht allem Andern das Entschlichten vorher, das Zeug wird mit lauwarmem Wasser eingeweicht, dem man wohl etwas Kleie zusetzt, um die Gährung zu befördern; nach drei bis fünf Tagen wird der Gährungsstoff durch Auswaschen und Auslaugen (mit kaustischer Sodalauge) entfernt. Man hält diese Gährung aber selbst bei der Leinwand für nachtheilig, wie erst bei der viel kürzeren und spröderen Baumwollenfaser, darum verfährt man wenigstens in Deutschland anders:

Auf dreihundert Theile Wasser nimmt man ein Theil Soda zu einer schwachen Lauge, in welcher die Klebestoffe aufweichen sollen, womit die Weber den Aufzug glätten (schlichten), damit sie aber auch noch das fertige Zeug sorgfältig überstreichen, was eigentlich nur Betrügerei ist, das Zeug, Leinwand oder Kattun, schwerer und derber anfühlend machen soll, so daß man glaubt, ein tüchtiges Gewebe in Händen zu haben, während ein Fünftheil davon schlechter Mehlkleister oder noch schlechterer Stärkekleister mit allerlei Verunreinigungen ist. Nach vergleichenden Versuchen von Illgner fand sich in der besten, schlichtefreiesten Leinwand noch ein Sechstel des Gewichts an Schlichte, in anderer sogar ein Fünftel und zwar sowohl in solcher aus reinem Handgespinnst, als in solcher aus Maschinengarn, als endlich auch in solcher, wo die Kette (der Aufzug) aus Maschinengarn und der Einschlag aus Handgespinnst gemacht war.

Diese in sehr geringem Grade zulässige, bei der Baumwolle sogar nöthige Bekleisterung, die nur betrüglich zu nennen ist, wenn sie solchen Grad erreicht, muß weggeschafft werden, wozu das angeführte Einweichen in schwacher Lauge den Anfang macht. Nach zwei Tagen wird der Kattun aus der Lauge gezogen, gewalkt und gewaschen, dann wird er zwölf Stunden lang in Sodaätzlauge getaucht, wieder gewalkt und gewaschen; nun wird das Zeug in eine verdünnte Säure (1 Volumen Salzsäure auf 200 Volumen Wasser) gebracht, nach einer halben Stunde abermals gewalkt und gewaschen. Es wird eine zweite Beuchung mit etwas schwächerer Lauge gefordert; nach abermaligem Walken und Waschen folgt ein Säurebad wie vorher und dann die dritte Beuche in noch schwächerer Lauge und schließliches Walken und Waschen.

Alles dieses geschieht, um die mit Absicht in das Zeug gebrachte Schlichte zu entfernen; nun erst kann das Bleichen beginnen. Aber dies

Digitized by Google

muß auch mit der Leinwand geschehen, wenn man nicht, wie hier angeführt worden, die Schlichte durch Gährung zerstört und dann auswäscht.

Nun beginnt die Bleiche, welche höchstens fünf Tage in Anspruch nimmt, erforderlichen Falles aber auch, ohne dem Zeuge zu schaden, in zweien Tagen ausgeführt werden kann.

Man macht sich eine sehr schwache Bleichkalklösung oder eine Bleichlauge nach Javelle oder Labarraque und läßt das von dem anhängenden Kleister ganz gereinigte Zeug darin liegen, worauf Klopfen und Waschen und dann ein Säurebad von 1 Theil Salzsäure und 300 Theilen Wasser folgt. Um diese Säure zu beseitigen, läßt man das Zeug nun in eine Beuche von kohlensaurem Natron gelangen, worin es einige Stunden der Siedehitze nahe erhalten wird. Nach dem sorgfältigsten Auswaschen wiederholt man das ganze Verfahren von der Chlorkalklösung bis zum Auslaugen, dann wird das Zeug gewaschen, gewalkt, getrocknet und ist nun zur weiteren Verarbeitung fertig. Höchst selten bringt man noch eine dritte Chlorbleiche in Anwendung, sie ist bei baumwollenen Stoffen meist nur dann nöthig, wenn unvorsichtig rothe oder gelbe Baumwolle, wie sie in China wächst, mit eingesponnen worden ist, aber was der Weber betrüglich in die Zeuge gebracht und die Beuche mit Mühe heraus geschafft hat, das ersetzt der Fabrikant, der Kattundrucker redlich wieder; das Zeug hat, wenn es mit dem erforderlichen Glanz in den Handel gebracht wird, wieder eben so viel Kleister (nur etwas feineren und weißeren) in seiner Masse als vorher, nur der Name oder Titel des Stoffes ist ein andrer; der Weber nennt ihn Schlichte, der Fabrikant nennt ihn Appret. Aber geschlichtet oder appretirt, die Wäscherin muß sich große Mühe geben, dieses Zeug heraus zu bekommen und es geht mit einem Male (d. h. bekanntlich mit dreimaligem Waschen und einmaligem Spülen) nicht; der Herr vom Hause beklagt sich wohl noch nach Monaten, daß die neuen Hemden so steif sind, scheuren und drücken.

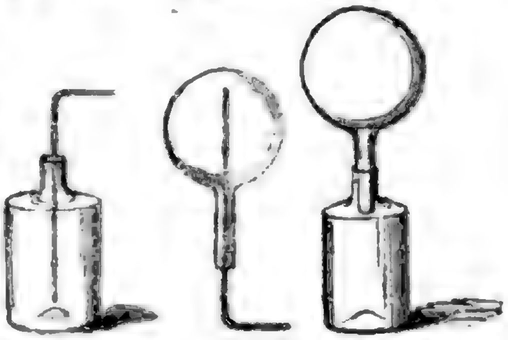
Das Resultat aus unzähligen Versuchen ist, daß die Leinwand durch das Entschlichten, Beuchen, Bleichen auf dem Rasen, ohne die schließliche Chlorbleiche 35 Procent, mit der schließlichen Chlorbleiche bis 41 Procent des Gewichtes verliert (wovon 19 bis 20 Procent Schlichte), Baumwollenzeuge, nur mit Chlor gebleicht, im höchsten Falle 28 Procent verlieren, wobei dann in der Regel 20 Procent auf den Kleister gerechnet werden müssen; ist das Zeug nicht so stark geschlichtet, so beträgt der Verlust gewöhnlich nur 15 Procent, manchmal sogar 10 Procent; dieses allerdings nur, wenn der Weber lediglich den Aufzug und diesen nur so weit als erforderlich, das Zeug selbst aber gar nicht geschlichtet hat, in welchem Falle nur zwei bis drei Procent Schlichte ausgewaschen werden.

Aus Allem ergiebt sich, daß Chlorbleiche, wenn sie vorsichtig angewendet wird, den Geweben keinen Schaden thut, daß aber auch die gewöhnliche Bleiche auf dem Rasen, zu welcher immer Laugen, mitunter Kalklaugen, gebraucht werden (das wiederholte Beuchen), die Leinwand eben so gut zerstören könne, wie es die Chlorbleiche thut, wenn sie unvorsichtig angewendet worden ist.

Wir wenden uns wieder zu den Eigenschaften des Chlors, indem wir von seiner Verbindung mit dem Wasserstoff ausgegangen, wieder dahin zurückkehren.

Das Chlor hat eine große Verwandtschaft zum Wasserstoff, verbindet sich gasartig mit demselben, aber nur unter Einfluß des Lichtes. Wir haben oben gesehen, daß dieses im Sonnenschein unter heftiger Explosion geschieht, wir wollen nun den Vorgang näher untersuchen.

Fig. 297. Fig. 298. Fig. 299.



Wir sehen in Fig. 297 und 298 zwei Gefäße einzeln und in der dritten Zeichnung 299 beide mit einander verbunden. In die Flasche führt eine Gasentwickelungsröhre bis auf den Boden, in den Ballon gleichfalls, doch hält man denselben, wie die Figur zeigt, über dem Rohr schwebend, stellt den Ballon nicht hin wie die Flasche, so daß er etwa auf einem Strohkranz liegt, sondern so, daß seine Wölbung oben ist.

Die beiden Gefäße muß man so ausgewählt haben, daß sie ganz gleichen Inhalt haben und ferner so, daß der Hals des Kolbens in den Hals der Flasche paßt — am besten, wenn sie matt geschliffen sind und genau schließen; im andern Falle wird der Verschluß durch Wachs bewerkstelligt.

Nachdem beide Gefäße wohl gereinigt und getrocknet sind, füllt man die Flasche mit Chlorgas, welches man auf den Boden derselben leitet, da es denn, weil es mehr als noch einmal so schwer ist als die atmosphärische Luft, diese nach und nach aus dem Glase verdrängt. Gleichzeitig füllt ein Gehülfe den Ballon mit Wasserstoffgas, welches viel (14mal) leichter ist als atmosphärische Luft. Diese entweicht, da das Gas oben im Ballon anlangt und diesen ausfüllt, nach und nach aus der Halsöffnung. Wenn beide Gefäße mit ihren resp. Gasarten angefüllt [illegible] stellt man den offenen Ballon in die offene Flasche und man [illegible] einen Streifen Wachs dafür, daß kein Gas entweiche.

Die hier gemachte Angabe ist für den Experimentator un[illegible] — wird der Ballon mit Chlorgas, die Flasche mit Wasserst[illegible] mischen sich beide Gase leichter, das schwerere sinkt a[illegible]

abwärts, das leichtere steigt aus der Flasche aufwärts; allein hier kann zugleich gezeigt werden, daß es mit den Gasen nicht so sei, wie mit den Flüssigkeiten, wo die schwerere unten bleibt, die leichtere oben, wie bei Wasser und Oel, sondern daß sie sich auch gegen die Gesetze der Schwere mischen und das schwerere in dem leichteren auf-, das leichtere dem schwereren entgegen abwärts steigt.

Eine solche Erscheinung sehen wir hier. Die beiden Gasarten gehen langsam in einander über und wenn das Experiment in einem Zimmer gemacht wird, welches durch das Tageslicht erhellt ist, in welchem jedoch kein Sonnenstrahl die Gase trifft, so verliert sich nach und nach die grüne undurchsichtige Farbe des Chlors in Farblosigkeit, die beiden Gase haben sich vereinigt.

Wenn die grüne Farbe wirklich verschwunden ist, die Mischung also geschehen, so kann man nunmehr den Apparat ganz ohne Sorge dem heitersten Sonnenlichte aussetzen, eine Explosion findet nicht mehr statt, sie scheint nur ein Erfolg oder eine begleitende Erscheinung der Verbindung beider Gasarten zu sein; ist die Verbindung bereits vor sich gegangen, so explodiren die Gase durchaus nicht mehr, welche nach ihrer bloßen Mengung im Dunklen sowohl durch den Sonnenstrahl als durch den electrischen Funken oder die Lichtflamme zur plötzlichen chemischen Vereinigung gebracht, eine Detonation verursache, welche bei Knallgas gar nicht ärger sein kann.

So langsam, bei Tageslicht (doch im Schatten) vereinigt, dann im Sonnenstrahl vielleicht in seiner Vereinigung befestigt, ist die Gasmengung zu einer Mischung, zu einem neuen Körper geworden, zu Chlorwasserstoff. Dabei ist keine Volumenveränderung vorgekommen, keine Vermehrung oder Verminderung; die beiden Gefäße sind noch so voll von Luft, wie sie waren, nur nicht mehr theilweise voll Chlorgas, theilweise voll Wasserstoffgas, sondern beide sind voll Chlorwasserstoffgas und man kann finden, daß ihre Spannung nicht im mindesten nachgelassen. Bringt man die Mündung der Gefäße unter Quecksilber und trennt sie alsdann, so steigt das Quecksilber in keins derselben, wie es geschehen müßte, wenn der Druck der Gase von innen nicht so stark wäre wie von außen; das Quecksilber wird aber auch nicht angegriffen, wie es geschehen müßte, wenn da noch freies Chlor wäre — dieses bildet sofort mit dem Quecksilber ein Chlormetall, allein die Verbindung von Chlor mit Wasserstoff (nach der Einwirkung des Lichtes) thut dieses nicht mehr zum sichern Beweise, daß Chlor mit dem Wasserstoff eine Verbindung eingegangen ist, in welcher beide Körper ihre früheren Eigenschaften ganz abgelegt haben und zu einem neuen Körper geworden sind, der vielleicht eine und die andere, vielleicht aber auch keine Eigenschaft seiner Eltern hat, wie bei der Schwefelsäure und

dem Aetzkalk — zwei höchst zerstörende Substanzen, die doch vereint den ganz unschädlichen schwefelsauren Kalk (Gyps) bilden, wie bei den beiden tödtlichen Substanzen Chlor und Natrium, die doch den ganz unschädlichen, ja höchst nützlichen Körper, Chlornatrium (Kochsalz) bilden, wie bei der Salpetersäure und dem Aetzkali — zweien höchst gefährlichen Substanzen — die doch eine sehr nützliche, durchaus aber nicht schädliche oder giftige oder ätzende Substanz, den Salpeter bilden, Beispiele, die sich ins Unendliche häufen ließen, die aber hier genügend sind, um darzuthun, daß zwei Körper, die sich zu einem dritten chemisch verbinden, gewöhnlich in diesem dritten so aufgehen, daß keine der Eigenschaften des einzelnen Körpers mehr zu erkennen ist.

Kehren wir zu Chlor und Wasserstoff zurück, so werden wir finden, daß, wenn wir die einzelnen Gefäße mit der Gasmischung durch Quecksilber abgesperrt haben und wir dann einige Tropfen Wasser in das Innere der Gefäße gelangen lassen, nunmehr sehr schnell die ganze Masse des Gasgemisches verschwinden, das Quecksilber sehr rasch nachsteigen und den Raum erfüllen wird und daß, wenn dessen nicht genug da ist, um den ganzen Kolben oder die ganze Flasche voll zu machen, Luftblasen hinein steigen und das Experiment unterbrechen werden.

Hatte man nicht nöthig, es so weit kommen zu lassen, so verschwindet das Gas vollständig, es ist von dem Wasser absorbirt worden, dieses Wasser schmeckt jetzt sehr scharf sauer, ist äußerst ätzend und führt im gewöhnlichen Leben den Namen Salzsäure, in der Sprache der Chemiker heißt sie „Chlorwasserstoffsäure" und wollen wir von ihren Eigenschaften später handeln, hier war es uns nur zu thun, um einige Eigenschaften des Chlors, so um seine leichte Vereinigung mit dem Wasserstoff in Gegenwart des Lichts — aber allen Lichtes — denn einfarbiges hat keine Wirkung darauf, es ist höchst merkwürdig, daß man, wie wir bereits angeführt haben, die Vermischung von Chlorgas und Wasserstoffgas ganz ohne Gefahr in einer Flasche von rothem oder gelbem Glase machen kann — auch blaues Glas schützt gegen die Explosion und in den Droguerieen ist es gewöhnlich, die Chlorpräparate entweder in schwarz beklebten oder in Flaschen von blauem Glase zu erhalten — nicht so mit dem aus roth und blau gemischtem Lichte. In einer Flasche aus violettem Glase explodirt die Mischung der beiden Gase außerordentlich leicht.

Das Licht nämlich ist dreigetheilt. Es handelt sich nicht um die drei Farben roth, gelb, blau, sondern um die physikalischen Eigenschaften. Ein Theil des Lichtes ist farblos und dunkel, aber stark wärmend, ein anderer Theil ist farbig und hell, leuchtend, ein dritter ist weder leuchtend noch wärmend, aber von besonderer chemischer Wirksamkeit; wenn nun in den

hier gegebenen Strichen die drei verschiedenen Arten des Sonnenstrahles, sich zu äußern, angedeutet sind, so wird man sehen, daß die wärmenden Strahlen mit den rothen Strahlen zusammenfallen und über dieselbe hinaus gehen, indessen die chemisch wirksamen bei dem violetten Ende anfangen und darüber hinaus gehen.

Die Strahlen der Sonne, welche auf ein Prisma fallen und an der weißen Wand ein farbiges Bild machen, faßt der Physiker unter dem Namen „ein Spectrum" zusammen — das runde Strahlenbüschel wird durch das Prisma gestreckt, wird oval und während das runde Sonnenbild farblos erscheint, ist das ovale prächtig gefärbt in Purpurroth, orange, gelb, grün, blau und violett und die beiden Enden des Spectrums nennt man von der Farbe, die sie haben „das rothe Ende, das violette Ende" des Spectrums.

Die genauesten Untersuchungen haben nun erwiesen, daß außerhalb des rothen Theiles (da wo unser Auge keine Spur von Farbe und von Erleuchtung wahrnimmt) die Wärmeentwickelung am stärksten sei, indeß am entgegengesetzten, am violetten Ende die chemische, zersetzende oder vereinigende Wirkung der Strahlen am stärksten, aber auch keinesweges im violetten Lichte, sondern außerhalb desselben, dort wo keine Spur von Farbe mehr wahrnehmbar.

Wir werden diesen Gegenstand näher berühren, wie überhaupt die Lehre von dem Lichte, so weit als sie für die Chemie unerläßlich, für diesen speciellen Fall aber müssen wir sagen, daß es nicht das violette Licht, sondern daß es die chemisch wirksamen Strahlen des Lichtes seien, die in der Nähe des blauen Theils des Spectrums anfangen, in das violette Licht reichen und weit darüber hinaus gehen, so kommt es, daß man, gleichviel welches Licht, isolirt auf die Chlor- und Wasserstoffmasse wirken lassen kann, ohne daß eine Verbindung bewirkt wird; mit dem Einschließen des Lichtes in farbiges Glas schließt man die chemisch wirkenden Strahlen aus und dann hört die Verbindungsfähigkeit des Chlors mit andern Stoffen auf, denn so wenig wir die Natur dieses Einflusses des Lichts enträthseln können, so steht doch einmal fest, daß sie da ist, daß Verbindungen von Chlor mit andern Körpern im Dunklen nicht stattfinden, daß aber Chlorgas, wenn es einige Zeit den Sonnenstrahlen oder überhaupt hellem Tageslichte ausgesetzt gewesen ist, ohne sich äußerlich zu verändern, doch die Eigenschaft bekommt, sich nunmehr auch im Dunkeln mit andern Körpern zu verbinden.

Dieser mächtige Trieb, diese lebhafte Verwandtschaft scheint es zu

sein, welcher in dem Bleichprozesse vorwaltet; der Wasserstoff wird den Substanzen zum Theile entzogen und entweder die zurückbleibenden Verbindungen oder die neu gebildeten sind weiß, eine Frage, welche sich übrigens schwer entscheiden läßt, da man diese Verbindungen nicht gesondert darstellen kann, allein auch der hier ausgesprochenen Vermuthung liegen Thatsachen zum Grunde. Kohle ist schwarz; Kohle mit Sauerstoff ist farblos, entzieht man der Kohlensäure den Sauerstoff, so schlägt sich die Kohle schwarz nieder. Eine Eisenauflösung ist farblos, Gerbsäure, Blausäure gleichfalls; das Eisen mit der Blausäure giebt die bekannte schöne Farbe, welche man Berliner Blau nennt, das Eisen mit Gerbsäure (Gallussäure) giebt die schwarze Flüssigkeit, welche wir Dinte nennen. Diese schwarze Dinte kann wieder farblos werden auf dem Papier, wenn man die Gallussäure anders verwendet, wenn man sie z. B. mit Chlor verbindet. Mit der Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxydul kann man auf Papier schreiben, so daß man, während die Schrift naß ist, sie noch verfolgen kann und man sich also beim schnellen Schreiben nicht in den Zeilen verirrt, in einander schreibt. Sobald die Schrift trocken ist, wird sie unsichtbar und erscheint auch nicht etwa beim Benetzen des Papieres, allein wenn man eine Stunde oder ein Jahr nachher mit einem breiten Pinsel, der in Gerbsäure getaucht ist, über die Schrift fährt, wird sie in dem Augenblick schwarz und ein zu Scherz geneigter Kopf kann auf diese Art beweisen, daß er eine Schnellschrift erfunden habe, welche das Stolzesche stenographische System weit hinter sich zurück läßt.

So ist es auch mit den Chlorverbindungen, sie entfärben wie andere färben; allein es giebt doch Substanzen, welche selbst dem Chlor widerstehen, so die chinesischen Tusche und alle die dunklen Farben, welche Kohle zur Grundlage haben, daher auch die Druckerschwärze nicht durch Chlor vertilgt wird und während Kohlenpulver den rothen Wein und viele andere Flüssigkeiten (beim Filtriren durch Kohlenpulver) entfärbt, wird die Kohle selbst nicht entfärbt, auch nicht durch Chlor, obschon es gewiß ist, daß reiner Kohlenstoff im krystallisirten Zustande farblos ist, wie wir am Diamant sehen.

Die Neigung des Chlors, sich mit dem Wasserstoff zu verbinden, wo er demselben begegnet, macht es zu einem trefflichen Oxydationsmittel. Der Wasserstoff nämlich wird dem Chlor niemals im reinen Zustande, niemals frei und vereinzelt dargeboten, außer im Laboratorium des Chemikers, der die Eigenschaften des Chlors studiren und festsetzen will; gewöhnlich kommt der Wasserstoff nur mit dem Sauerstoff verbunden als Wasser, mit dem Chlor in Berührung; wenn nun dies geschieht und vermöge seiner großen Affinität sich das Chlor den Wasserstoff aneignet, so

wird der Sauerstoff frei und dieser ist wieder (besonders im Augenblick des Freiwerdens) geeignet, Verbindungen einzugehen und so wirkt Chlor nicht oxydirend, wohl aber als Oxydationsmittel.

Diese Eigenschaft hat hauptsächlich Schuld, daß man so lange die Salzsäure für eine Sauerstoffsäure gehalten hat. Wenn man z. B. schweflige Säure mit Chlorwasser vermischt (die erstere Säure natürlich wie das Chlor im Wasser gelöst), so wird die schweflige Säure sofort in Schwefelsäure verwandelt. Chlor und Wasser mit schwefliger Säure verbunden geht über und Chlor mit Wasserstoff und der ausgeschiedene Sauerstoff tritt an die schweflige Säure und erhebt sie zu Schwefelsäure.

Dieses dient zur Vervollständigung des über den Bleichprozeß gesagten. Entweder entfernt das Chlor den Wasserstoff aus den Farbestoffen der Pflanzen oder es veranlaßt durch seine Wasserzersetzung eine Oxydation derselben, indem es den Wasserstoff an sich rafft und der freiwerdende Sauerstoff an die Farbestoffe tritt. Das Zerstörende des Chlors liegt auch in diesem Prozesse. Das Chlor selbst ist es nicht, was die Zeuge angreift, sondern die durch seine Verbindung mit dem Wasser entstehende Salzsäure, daher es so dringend nothwendig wird, diese Säure durch Alkalien unschädlich zu machen, zu neutralisiren und durch Waschen zu entfernen.

Aber nicht allein mit dem Wasserstoff, sondern mit allen uns bis jetzt bekannt gewordenen Elementen, so wie mit allen Metallen ꝛc. verbindet sich Chlor auf eine höchst energische Weise. Wenn man die spröden Metalle pulverisirt oder anders fein zertheilt durch Feilen und man schüttet dieses Pulver in eine Flasche, welche Chlorgas enthält, so sieht man das Metall glühend werden und als Chlormetall niederfallen; ein Kupferdraht, an seinem untern Ende erhitzt und in Chlorgas getaucht, verbrennt vollständig und verwandelt sich in Kupferchlorür. Nimmt man einen Streifen unechtes Blattgold und taucht man dieses in Chlorgas, so bedarf es, wegen des großen Flächenraumes, den das Metall dem Chlor darbietet, gar keiner vorherigen Erhitzung, es ist dieses Blattkupfer fast lauter Oberfläche; der geringe körperliche Inhalt wird wie beim Metallpulver sofort in Chlormetall verwandelt, welches mit starker Temperaturerhöhung verbunden ist.

Wenn man vom „Verbrennen“ spricht, so meint man in der Regel dasjenige, was nur in Gegenwart des Sauerstoffes möglich ist. Dieses findet hier nicht statt, ein solches Verbrennen ist nicht vorhanden. Wenn aber ausgeglüheter Kalkstein mit Wasser begossen wird, so entsteht auch ohne Verbrennung eine sehr hohe Temperatur durch die Verbindung des Kalkes mit dem Wasser zu Kalkhydrat. Es giebt nun noch andere chemische

Operationen, bei dem die Erhitzung bis zum Glühen gesteigert wird — eine solche Operation ist die Verbindung des Chlors mit irgend einem Metall, mit dem Schwefel, mit der Kohle, mit dem Arsenik. Ein Verbrennen, eine Oxydation ist es nicht, ein Erhitzen aber bis zur Feuererscheinung findet allerdings statt und unter derselben werden die Chlorüren gebildet, wie bei ähnlichen Erscheinungen mit dem Sauerstoff der Oxyde.

Verbindungen des Chlors.

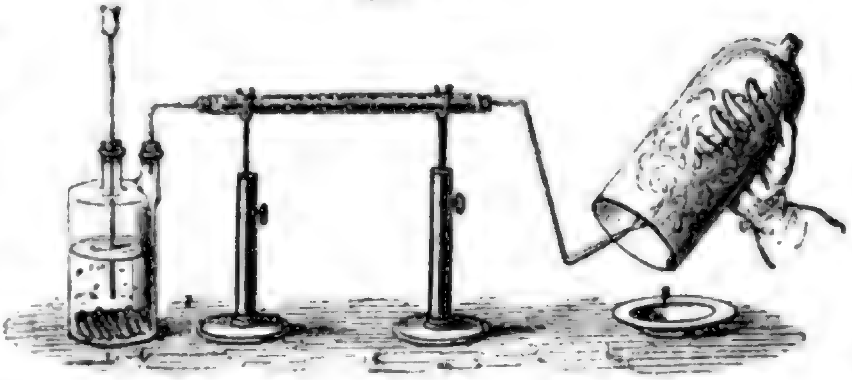
Chlorwasserstoffsäure.

Da wir bereits vielfach von dem Chlor in Verbindung mit dem Wasserstoff gesprochen, um die Eigenschaften des Chlors zu erörtern, so wollen wir diesen Gegenstand hier behandeln, obwohl eigentlich die Sauerstoffverbindungen den Vorrang haben sollten.

Chlorgas verbindet sich mit dem Wasserstoffgas unter Einfluß des Lichtes zu Hydrochlorgas, Chlorwasserstoffgas, und dies ist eine Säure, Chlorwasserstoffsäure-Gas; bringt man zu den vereinigten Gasen ein paar Tropfen Wasser, so absorbiren dieselben diese gasförmige Säure und sie hat dann, da sie in Verbindung mit Wasser längst bekannt war, schon ziemlich alte Namen: Salzgeist, Kochsalzsäure, Salzsäure; für die neuere Zeit und die neueren Ansichten: Chlorwasserstoffsäure, Hydrochlorsäure.

Für uns kann dieselbe immer Salzsäure heißen, weil sie vorzugsweise aus unserm gewöhnlichen Kochsalz bereitet wird, wenn wir nur wissen, daß sie keine Sauerstoff-, sondern eine Wasserstoffsäure ist.

Fig. 300.



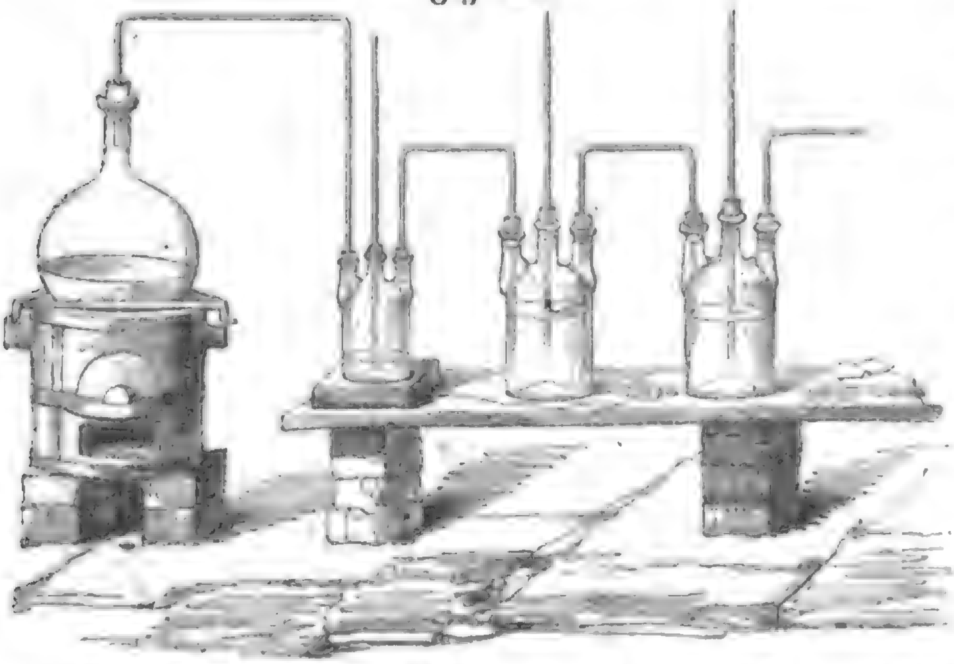
So wie Chlor mit dem Wasserstoff durch das Licht sich verbindet, so geschieht es auch, wenn man Wasserstoffgas in Chlorgas verbrennen läßt. Fig. 300 stellt einen Gasentwickelungsapparat mit Zink und Schwefelsäure vor. Der daraus entwickelte Wasserstoff entweicht in Gasgestalt und wird durch eine horizontal liegende Röhre mit trocknem kaustischen Kalk oder besser noch mit Chlorcalcium geführt, um an denselben die mitgeführten Wasserdämpfe abzugeben und getrocknet weiter zu gehen.

An das Trocknenrohr schließt sich eine gebogene Gasentbindungsröhre, welche spitz ausgezogen ist und gestattet, daß man das ausströmende Gas anzünde. Ueber diese Wasserstoffgasflamme bringt man eine Glocke mit Chlorgas gefüllt. Die Flamme fährt fort zu brennen, wird aber weißbläulich, verlängert sich und füllt die Glocke bald mit weißen Dämpfen, welche die gelben des Chlors ersetzen; es ist hier die Verbindung des Chlors mit dem Wasserstoff vor sich gegangen und ohne Explosion, weil sie nach und nach geschah; die verdichtete Säure träufelt auch wohl langsam, an der Glocke sich niederschlagend, in eine untergehaltene Schale; dieselbe Verbindung geht vor sich mit Explosion, wenn man die beiden Gase vorher mengt und dann anzündet.

Diese Art der Bereitung würde jedoch eine sehr dürftige und kostspielige sein, deshalb hat man schon längst und seit Jahrhunderten schon die Salzsäure auf einem ganz andern Wege bereitet und das beschriebene Experiment erst im Laufe dieses Jahrhunderts angestellt, nicht um Salzsäure zu gewinnen, sondern um zu beweisen, daß sie aus Chlor und Wasserstoff bestehe und daß man auf sehr verschiedene Weise die Salzsäure lediglich aus diesen beiden Bestandtheilen zusammensetzen könne.

Im Laboratorium geschieht dieses in folgender Art (die fabrikmäßige Bereitung ist natürlich eine andere):

Fig. 301.



In einem Kolben Fig. 301, der über einem Ofen steht, welcher eine mäßige Erwärmung gestattet, befindet sich ein Gewichtstheil Kochsalz, übergossen mit eben so viel concentrirter Schwefelsäure, der man ein Drittheil ihres Gewichts Wasser zugesetzt hat. Ein Gasentbindungsrohr führt aus diesem Kolben in eine Waschflasche mit wenig vorgeschlagenem Wasser, bestimmt die geringen Antheile Schwefelsäure, welche mitgerissen werden, aufzufangen, allerdings wird auch viel Salzsäure niedergeschlagen, allein das Wasser, dessen in dieser Flasche sehr wenig ist, wird bald mit Schwefelsäure und mit Salzsäure gesättigt sein und alsdann geht alles, was in dem Kolben entwickelt wird,

weiter in die folgenden großen Flaschen, welche alle tubulirt sind, alle zur Hälfte etwa mit Wasser gefüllt, alle mit Sicherheitsröhren und Verbindungen unter einander versehen sind, so daß nicht selten sechs und mehr dergleichen hinter einander stehen.

Was hier vorgeht, ist nun Folgendes:

In dem Kochsalz ist ein Metall, Natrium, mit dem Chlor verbunden, Chlornatrium, sonst nichts; von einer Base (einem Metalloxyd) und einer Säure (dem Oxyde eines andern Stoffes, Elementes), in dem Sinne der Lavoisier'schen Chemie, ist gar keine Rede; das Metall, welches keine Base ist, ist mit dem Chlor, welches keine Säure ist, eine Verbindung eingegangen, diese nennt der Chemiker jetzt Chlornatrium, wir, geliebter Leser, Du und ich, wir nennen sie Kochsalz und fürchten uns nicht vor dieser Verbindung zweier tödtlicher Gifte, die wir täglich zu unsern Speisen gebrauchen, weil wir wissen, daß zwei gefährliche Körper, zu einem dritten verbunden, etwas ganz anderes werden, als sie vorher waren, was selbst nicht einmal jeder Arzt weiß, sonst würde er nicht lange Recepte schreiben.

In der Retorte befindet sich also Kochsalz, das ist Chlor und Natrium, ferner Schwefelsäure, das ist Schwefel und Sauerstoff, ferner Wasser, das ist Wasserstoff und Sauerstoff. Diese Elemente verbinden sich dadurch, daß man sie mit einander vermischt und erwärmt, folgendermaßen:

Kochsalz . .	Chlor . .		. . . Salzsäure oder Chlorwasserstoffsäure.	
	Natrium	. .		
Wasser . . .	Wasserstoff		Natron	schwefelsaures Natron.
	Sauerstoff . . .			
Schwefelsäure	Sauerstoff	bleibt unverändert	Schwefelsäure .	
	Schwefel			

Dies durch den Austausch zwischen dem Wasser und dem Salz abgeschiedene Gas, die Chlorwasserstoffsäure, sowie sie an die Luft tritt, bildet starke weiße Wolken, Dämpfe, die jedoch keineswegs erscheinen, wenn die Luft vollkommen trocken ist, denn sie sind ein Product der Verbindung des Chlorwasserstoffes mit den Wasserdämpfen. Da aber die Atmosphäre nie frei von Wasserdampf ist, tritt immer eine solche Verbindung ein und da der nunmehrige Salzsäuredampf eine viel geringere Spannung hat als der Wasserdampf, so findet ein Niederschlag jener Dämpfe statt, welches eben die Wolken bildet, von denen hier die Rede.

Diese Verbindung ist höchst auflöslich im Wasser, es nimmt mehr als 500mal sein Volumen von der gasförmigen Säure auf, doch immer

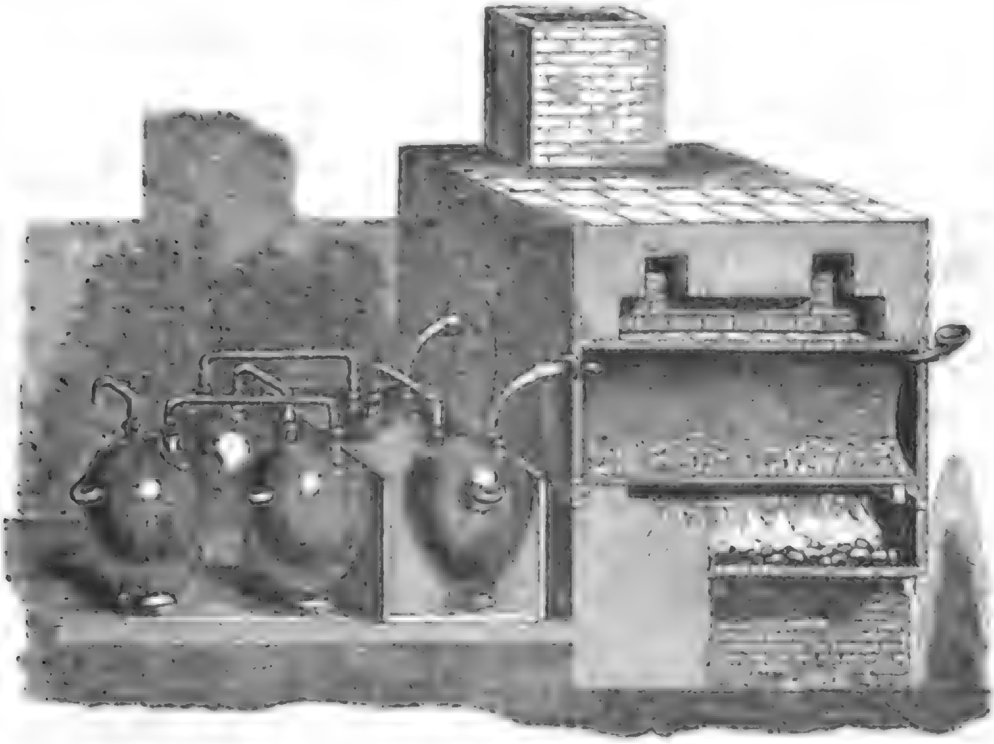
Digitized by Google

in niederen Temperaturen mehr als in höheren, so daß z. B. Wasser von 20° nur noch 460mal sein Volumen aufnimmt.

Die mit Chlorwasserstoff gesättigte Flüssigkeit, welche man concentrirte oder rauchende Salzsäure nennt, hat eine Dichtigkeit oder ein specifisches Gewicht von 1,21. Den Beinamen der rauchenden Säure hat sie davon, daß sie an freier Luft reichlich weiße Dämpfe ausstößt, wie die nordhäuser Schwefelsäure. Erwärmt man solche concentrirte Säure, so entweicht zuvörderst eine Menge des Chlorwasserstoffgases, bald aber erhält die Flüssigkeit eine bestimmte unveränderliche Dichtigkeit, in welcher sie bei einer Temperatur von 110° eben so unverändert überdestillirt. Hätte man die Säure stark verdünnt, so entweicht beim Sieden oder Destilliren zuerst sehr viel mehr Wasser als Säure, nachher aber, wenn der Kochpunkt (anfangs niedriger) sich bis auf 110° erhoben hat, findet sich wieder eine concentrirte Säure in der Retorte und diese geht bei fernerem Erhitzen unverändert über.

In den Laboratorien, in den Apotheken wird die Säure niemals in anderer Absicht bereitet, als um zu zeigen, welches der Weg ist; d. h. um Zuhörer und Lehrlinge zu unterrichten — sie ist viel wohlfeiler käuflich zu haben, als man sie sich selbst verschaffen kann. Fabrikmäßig wird sie dargestellt wie folgt:

Fig. 302.

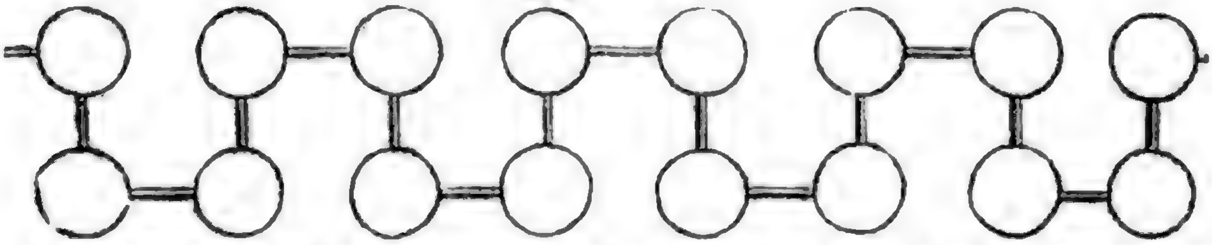


In einem Ofen sind paarweise eiserne Cylinder (je nach der Größe der Fabrik, 2 Paar oder 30 Paar) eingemauert, so daß sie ganz durch den Ofen hindurch gehen und mit ihren eisernen Schlußplatten sowohl an der Vorder- als an der Hinterseite aus dem Ofen herausragen.

In diesen Cylindern befindet sich Kochsalz und Schwefelsäure in den angegebenen Verhältnissen. Untergebrachtes Feuer umspült den Cylinder ganz und gar und befördert die Entwickelung der Dämpfe, welche durch in der Vorderplatte eingesetzte Porzellanröhren in zweihalsige, sehr große Krüge von Steingut geführt werden, welche halb voll Wasser sind und ganz die Einrichtung der Woulff'schen Flaschen haben. Die paarweise gekoppelten Cylinder ergießen ihre Dämpfe zuvörderst in zwei unmittelbar vor ihnen stehende Flaschen der Art, die unter einander communiciren, wie die Ansicht der Fig. 302 lehrt, die aber auch in großen Gefäßen mit Wasser stehen, um das Wasser, welches sich bei der Aufnahme der Dämpfe stark erhitzt, stets zurück auf eine niedrige Temperatur zu bringen und zur Aufnahme von mehr Säure fähig zu erhalten.

Unsere Zeichnung giebt uns die Fortsetzung des Apparates in einer Doppelreihe von Vorlagen gleicher Art, von großen Steinkrügen, die immer so mit einander verbunden sind, daß abwechselnd ein Rohr vorwärts und ein folgendes Rohr seitwärts führt, wie die Fig. 302a zeigt,

Fig. 302 a.



wo die Kreise die Steinkrüge vorstellen und die Striche die Gasröhren, durch welche die Salzsäuredämpfe von einer Flasche zur andern geleitet werden, indem immer wieder etwas abdampft und in Dampfform weiter gehend verloren wäre, wenn ihm nicht abermals ein Raum geboten würde, wo ein Niederschlagen, ein Verflüchtigen möglich wäre. In großen Fabriken sind hunderte von solchen Krügen in zwei bis vier Reihen aufgestellt und dennoch bemerkt man an dem zweiten offenen Halse des letzten Kruges noch den Chlorgeruch zum sichern Beweise, daß selbst diese Anzahl noch nicht genug war, um die letzte Spur von Chlorwasserstoffsäure aufzunehmen.

Obschon dieses die wirklich ausgeführte Art der fabrikmäßigen Gewinnung der Salzsäure ist, so wird sie doch nur dort angewendet, wo man dasjenige, was wir als Nebenproduct bezeichnen müßten, für die Hauptsache hält; denn bei den außerordentlich niedrigen Preisen würde kein Fabrikant von Chemikalien Salzsäure bereiten können, falls das Salz und die Schwefelsäure verloren wären. Das Nebenproduct wird nun zur Hauptsache, das ist das schwefelsaure Natron[1], das Glaubersalz, welches in großen Mengen gebraucht wird und welches, wie unser Schema ange-

geben hat, entsteht, indem der Sauerstoff des zersetzten Wassers mit dem Metall des zersetzten Salzes, mit dem Natrium, zu Natron wird, welches sich nunmehr als fertige Base mit der vorhandenen fertigen Säure, der Schwefelsäure, vereinigt.

Es findet hier übrigens ein wichtiger Unterschied statt zwischen der Bereitung im Kleinen und der im Großen. Das Natron ist sehr geneigt, sich mit viel mehr Schwefelsäure zu verbinden, als ihm zukommt, zu doppelt schwefelsaurem Natron. Dies hat zweierlei zur Folge; man erhält nicht allein Salzsäure, die das Salz hergeben könnte und der Rückstand ist nicht Glaubersalz. Um diesem Uebelstande auszuweichen, nimmt man nicht, wie die Aequivalente der beiden Substanzen es fordern würden, 1 Mischungsantheil Salz und 1 Mischungsantheil concentrirter Schwefelsäure, sondern man nimmt des letzteren 2 Antheile, also in Pfunden statt 10 Pfund Salz und 9 Pfund Säure, auf 10 Pfund Salz 18 Pfund Säure.

Hiermit ist der eine Uebelstand gehoben, die große Masse Schwefelsäure genügt das Chlornatrium zur Entlassung alles Chlors zu zwingen und es bleibt nun doppelt schwefelsaures Natron zurück, ohne daß mit demselben noch unzersetzes Salz gemengt wäre; der andere Uebelstand ist aber nachher, nachdem die Salzsäure gewonnen ist, auch noch zu beseitigen, indem man dieses doppelt gesäuerte Salz so lange erhitzt, bis es die Hälfte seiner Schwefelsäure abgegeben hat, was aber nicht geschehen darf, ohne daß andere Vorlagen genommen werden, weil sonst die Salzsäure mit Schwefelsäure verunreinigt werden würde.

Verfährt man fabrikmäßig, so hat man diesen Umweg nicht nöthig, man mengt dann weniger Schwefelsäure als erforderlich mit dem Salz, erhitzt die Masse nach und nach immer stärker und gießt nach Erforderniß durch den Trichter, welchen man auf der linken Seite unserer Zeichnung sieht, die für die Zersetzung des Salzes erforderliche Schwefelsäure zu. In der steigenden Hitze muß das Salz sein sämmtliches Chlor entlassen, welches sofort mit dem Wasserstoff des zur Verdünnung gebrauchten Wassers zusammen tritt und als Gas entweicht, um auf die beschriebene Weise aufgefangen zu werden.

Ist hier die Salzsäure der Zweck der Operation, so giebt es doch noch einen sehr viel großartigeren Fabrikzweig, bei welchem die Salzsäure eine überaus lästige Substanz bildet, deren man gern um jeden Preis los wäre. Dieses ist der Grund der äußersten Wohlfeilheit derselben.

In England (und auch auf dem Continent, wenn schon nicht in so großen Massen) wird kohlensaures Natron in ungeheuren Quantitäten fabricirt. Die künstliche Erzeugung beginnt immer mit Verwandlung des

Kochsalzes in Glaubersalz, also mit Vertreibung des Chlors in Gestalt von Salzsäuredämpfen. Nun ist hierbei die Entwickelung von Salzsäure so groß als die Erzeugung der Soda. Der Verbrauch der Salzsäure ist aber nicht so groß und es fällt mithin niemandem ein, sie als ein Handelsproduct aufzufassen, er entledigt sich ihrer durch den Rauchfang, er läßt sie mit den heißen Verbrennungsproducten der Steinkohlen in die Luft entweichen.

Wenn der Sodafabrikant in der Sahara wohnte, so würde der Schade nicht groß sein; England aber nicht allein, sondern die unfruchtbarsten Theile von Europa, z. B. das Hochland von Kastilien, die südwestlichen Theile von Frankreich, die Landes, die Torfmoore von Holland und Ostfriesland sind doch so fruchtbar und so bevölkert, daß dort allerdings Schaden geschehen würde, wie nun erst in dem übermäßig bevölkerten England, in welchem jeder Fußbreit Erde Früchte tragen soll.

Die Kohle und die Kohlensäure verbreitet sich weit genug in der Luft, um dem Athmungsprozesse nicht beschwerlich zu werden, den Pflanzen ist sie nicht nachtheilig — anders mit der Salzsäure; diese sinkt als Nebel, mit dem Wasser der Atmosphäre verbunden, als flüssige Salzsäure nieder und tödtet alle Vegetation auch Meilen weit umher und überall, wo sie noch hingelangt, werden die Kleider- und sonstigen Faserstoffe zerstört, wird das Athmen erschwert, werden die Menschen krank und die großen Sodafabriken in England haben unzählige Prozesse veranlaßt und die Fabriken zu den mannigfaltigsten Anstrengungen getrieben, um den Uebelstand zu beseitigen, dem sie die Prozesse verdanken; allein bis jetzt ist es noch nicht vollständig gelungen, eben weil die Salzsäure für sie kein Gegenstand von Werth ist.

Eine der ingeniösesten Vorrichtungen ist die, welche der Sodafabrikant Musprat bei seiner Fabrik zwischen Liverpool und Manchester durchgeführt hat; sie besteht in nichts mehr und nichts weniger, als dem höchsten Thurm der Erde, in einem 495 Fuß hohen Schornstein, dessen innere Weite unten 30, oben 11 Fuß beträgt und der nach der auf dem Festland üblichen Ziegelform 1,400,000 Stück erfordert, denn er hat unten eine Mauerdicke von 10 Fuß und oben noch eine solche von 1 Fuß, woraus bei der gedachten kegelförmigen Höhlung eine gemauerte Masse von 175,000 Kubikfuß resultirt, welche mit 8, als der Zahl der Ziegel, die nöthig sind zu einem Kubikfuß, grade 1,400,000 Stück beträgt.

Bei Erbauung desselben ereignete sich der merkwürdige Fall, daß eine Tagelöhnerfrau klüger war als alle anwesenden Männer, die Erbauer und Baumeister dieses Thurmes nicht ausgeschlossen, d. h. daß der gesunde Menschenverstand über alle Schulgelehrsamkeit siegte.

Man baut in England durchweg dergleichen Rauchfänge, nicht durch Gerüste von außen angebracht, welche bei so ungeheurer Höhe leicht mehr kosten könnten, als der Thurm selbst, sondern durch im Innern angebrachte Gerüste, deren stets zwei über einander sind, von denen aber, wie der Thurm weiter rückt, immer das untere über das obere gesetzt wird, dergestalt, daß, wie der Thurm höher steigt, stets zwei Balken- und Brettlagen 7 Fuß von einander entfernt vorhanden sind, von fünfzig zu hundert, von hundert zu zweihundert Fuß steigen, hinter sich aber nichts weiter zurücklassen, als die Mauerlücken, in denen die schwachen Balken gelegen haben, im übrigen den immer enger nach oben, immer breiter nach unten und, wie der Thurm höher steigt, immer tiefer werdenden Raum.

Nun war der Rauchfang vollendet; oben mit einem wohl verankerten Kranz von rothem Sandstein gekrönt; es wurden die Gerüste abgenommen und alle Arbeiter wurden so hinabgelassen, wie sie hinauf gebracht wurden, jeden Tag, durch ein Seil und einem daran befestigten Eimer. Einer der Leute blieb schließlich oben, um die letzten Balken an dem Seil zu befestigen, dann war nur noch die Querstange oben, welche so wie das Gerüst, immer höher rückt um die Baumaterialien empor zu führen und welche schließlich auf dem höchsten Rande des Schornsteins liegen bleibt. An dem Seil läßt sich nun auch der letzte Arbeiter herab und dann ist die Höhe dieses Thurmes für Menschen nicht mehr zu erreichen, es sei denn durch vielfältige, schwierig zu bewerkstelligende und kostbare Gerüstbauten.

So war es bei Erbauung des Thurmes der Musprat'schen Fabrik auch geschehen; alles war beendet, der letzte Mann war unten angelangt und die Arbeiter, welche zu dem Festschmause wollten, beeilten sich, dem Seil einen Schwung zu geben, so daß es durch die Rolle sauste und sie ihrer Arbeit entledigt wären mit dem Bergen desselben — der Letzte war wohl unten, doch nicht der Allerletzte und vergeblich wäre es gewesen, das Seil, welches einmal im raschen Lauf durch die Rolle war, aufzuhalten, er hätte sich wohl die Hände zerfleischen, aber das Seil nicht zum Anhalten bringen können; 500 Fuß eines mehr als zolldicken Seiles haben, einmal im Zuge, ein gewaltiges Moment — der Maurer saß verlassen da, rittlings auf der Krone eines 495 Fuß hohen, ganz glatten Rauchfanges.

Was nun beginnen. Es schien für den Mann das Klügste, sich mit dem Kopf zuunterst von seiner Höhe herab zu stürzen, denn etwas anderes wartete seiner doch nicht, wer war ihm Hülfe zu bringen im Stande, wer konnte es, bei dem angestrengtesten Arbeiten vieler hundert Leute bewerkstelligen, bevor er, von Schlaf und Hunger oder Nervenschwäche über-

mannt, herabstürzte, ohne es zu wollen, nachdem er sich tagelang in fürchterlichster Todesangst gequält.

Es kamen wohl einige Vorschläge zu Tage: ein großes Tuch unten auszuspannen, damit er bei dem tödtlichen Sprunge weich falle — Böllerkugeln mit einer Schnur über ihn hinweg zu schießen, damit möglicherweise er eine solche Schnur fasse — an den Drachen, den man so dirigiren konnte, daß die Schnur gefaßt werden mußte, an den Luftballon, der aus Papier mit erwärmter Luft zum Steigen gebracht, in zwei Stunden so weit sein konnte als erforderlich, um dem Unglücklichen eine Schnur zuzuführen, an welcher er ein Seil, zu seiner Rettung genügend empor ziehen konnte, dachte niemand und rathlos standen Baumeister und Techniker da, seine Frau aber rief ihm zu: Bopp! ziehe einen Strumpf aus und wickle ihn auf und davon lasse einen Faden herab!

So vernünftig und natürlich als dieser Rath, war selbst derjenige, der den Drachen vorschlug, nicht; der Mann begriff sofort, daß er gerettet sei; er zog seinen Stiefel, seinen Strumpf aus, schnitt mit einem Messer denselben dicht über der Ferse ab und in wenigen Minuten war ein doppelter Faden gelöst, stark genug, um einen Bindfaden zu tragen und dieser stark genug für ein Seil, an welchem, nachdem es über die Eisenstange gelegt und dadurch verdoppelt war, der Bursche sich herab ließ.

Wir bauen nicht so hohe Rauchfänge, allein wenn sie nur 100 Fuß erreichen, so wird schon auswendig oder inwendig eine eiserne Treppe angebracht, damit man zu jeder Zeit in jede beliebige Region desselben gelangen kann; dort wo man nicht so vorsichtig ist, hatte der vernünftige Einfall der Frau jedenfalls dem Manne das Leben gerettet.

Die Höhe des Rauchfanges gewährt diesen Natronfabriken den Vortheil, die Salzsäure ohne große Kosten und Entschädigungsprozesse los zu werden; so hoch, durch die Temperatur der Dämpfe und der sie begleitenden Kohlengase wohl noch höher geführt, erfaßt sie der Wind und bevor sie vermöge ihrer Schwere zu Boden sinkt, ist sie so weit vertheilt und verdünnt, daß sie nicht mehr schädlich wirkt, daß sie nicht mehr ätzende, zerstörende Nebel bildet und so wurde hier, allerdings durch große Kosten, denn solch ein Rauchfang ist nichts Wohlfeiles — doch der Zweck der Beseitigung vollkommen erreicht.

Andere Fabrikanten haben diesen Zweck auf andere Weise und mit minderen Kosten zu erreichen gesucht; die Rauchfänge von 80 (auch weniger) Fuß Höhe wurden mit Granitfündlingen, mit bombengroßen Feldsteinen gefüllt, durch ein starkes Pumpwerk wurde Wasser hinaufgehoben und es wurden durch mehrere Hähne, die auf verschiedenen Stellen angebracht waren, die Steine ununterbrochen begossen. Die salzsauren

Dämpfe entwichen nun in den Rauchfang und zogen mit den Gasarten des Verbrennungsprozesses durch die immerfort benetzten Steine aufwärts. Auf jedem neuen Stadium aber fanden sie ihnen entgegen fließendes Wasser, überall wurden also diese Dämpfe niedergeschlagen bis auf die letzte Spur, denn je höher die entweichende Luft mit den immer weniger werdenden Dämpfen zieht, desto reineres, säurefreieres Wasser tritt eben diesen sich verringernden Dämpfen entgegen und nimmt sie nach und nach alle auf.

Allein unten fließt aus dem Schornstein ein Bach Salzsäure ab, der doppelt so viel ausgiebt, als Wasser von oben her auf die Steine fließt und welchen Schaden solch ein Bach thut, möge der Umstand ins Licht setzen, daß die Meeresbucht von Glasgow ihrer Bewohner gänzlich beraubt ist — alle Fische sind darin getödtet oder werden getödtet, wenn sie sich so weit hinein verirren, daß sie wiederholt der Dienste ihrer Lungen, der Kiemen bedürfen. Auch hierüber haben sich Prozesse entsponnen; die Fischerei ist gänzlich zerstört, Pächter und Verpächter derselben klagten gegen die Fabrikanten, allein die Fabriken behielten zuletzt Recht; die Natronfabriken bestehen noch, die Fischereien aber haben zu existiren aufgehört.

Ob sich jetzt das Verhältniß nicht besser gestalten wird für Fabriken wie für Fischer, ist übrigens noch fraglich; denn man beginnt die Salzsäure in großen Massen nach dem Continent zu schicken, was früher der Verpackung wegen nicht wohl möglich war. Die großen Steinkrüge oder die eben so großen Glasballons waren theuer und kosteten mehr als die Säure, welche sie enthielten; so konnte der Engländer nicht concurirren mit den festländischen Fabriken, besonders da noch eine Umhüllung der Säuregefäße mit Stroh und einem Korbe nothwendig war. Jetzt füllt man die Säure in Tonnen von mäßig starkem Holz, welche inwendig mit einer viertelzolldicken Schicht Guttapercha ausgekleidet sind. Da diese Gefäße mehr als zehnmal so viel fassen als die Glasballons und bei weitem nicht so gebrechlich, auch bei weitem nicht so kostbar sind, da ferner die Guttaperchatonnen selbst einen gewissen Geldwerth haben, so ist hierdurch die Möglichkeit, die Säure zu verwerthen, gegeben und so wird die Bai von Glasgow vielleicht ihre Seefische wieder bekommen.

Unsere festländischen Fabrikanten benutzen die Salzsäure, welche bei Bereitung der Soda aus Salz immer in Menge entweicht, besser, denn sie hat bei uns Preis, allein wenn man nicht Absatzwege dafür hat, so benutzt man sie zur Darstellung von Salmiak oder zur Gewinnung von Chlorkalk, indem man sie schon als Chlor auffängt und über Aetzkalk leitet, wovon später gehandelt werden wird.

Auf welche Weise unsere Salzsäure gewonnen werden möge, indem man sie darzustellen beabsichtigt, oder die ein sonst lästiges Nebenproduct bildenden Dämpfe durch Wasser condensirt, jedenfalls ist diese Salzsäure nicht rein und nicht concentrirt. Das letztere kann man nur erzielen, wenn man die Chlordämpfe in Wasser auffängt, bis eine weitere Absorption nicht mehr stattfindet, wenn bei der Natronbereitung schon fertiges Salzsäuregas niedergeschlagen wird durch Wasser, neben welchem das Gas vorbeistreicht und von dem es sehr begierig aufgenommen wird, so ist doch jeder Tropfen Wasser eine Verdünnung der Säure; das bloße Niederschlagen der Salzsäuredämpfe durch sehr niedere Temperatur ist aber für die Darstellung im Großen nicht practisch. Wo also eine sehr concentrirte Säure erforderlich ist, muß man sie sich auf die angegebene Weise bereiten.

Die im Handel vorkommende, auch die allerconcentrirteste, ist immer eine Lösung der Säure in Wasser und ihre Dichtigkeit steigt von 1,1 und einem Gehalt von 20 Procent Säure auf ein specifisches Gewicht von 1,21 und einen Gehalt von 42 Procent reiner Säure. Dieses ist schon die gehaltreichste, welche man erhält. Säure von 1,16 Gewicht hat 32 Procent Säure und sie heißt schon rauchende Säure, weil sie große Mengen weißer Wolken entsendet, wenn sie mit der Luft in Berührung ist. Diese Säure ist zwar zu allen technischen Zwecken genügend concentrirt, allein sie ist nicht rein und um sie so zu erhalten, wie sie für das Laboratorium oder die Apotheke erforderlich ist, muß gewöhnlich der Laborant sie sich erst aus der käuflichen durch Destillation darstellen.

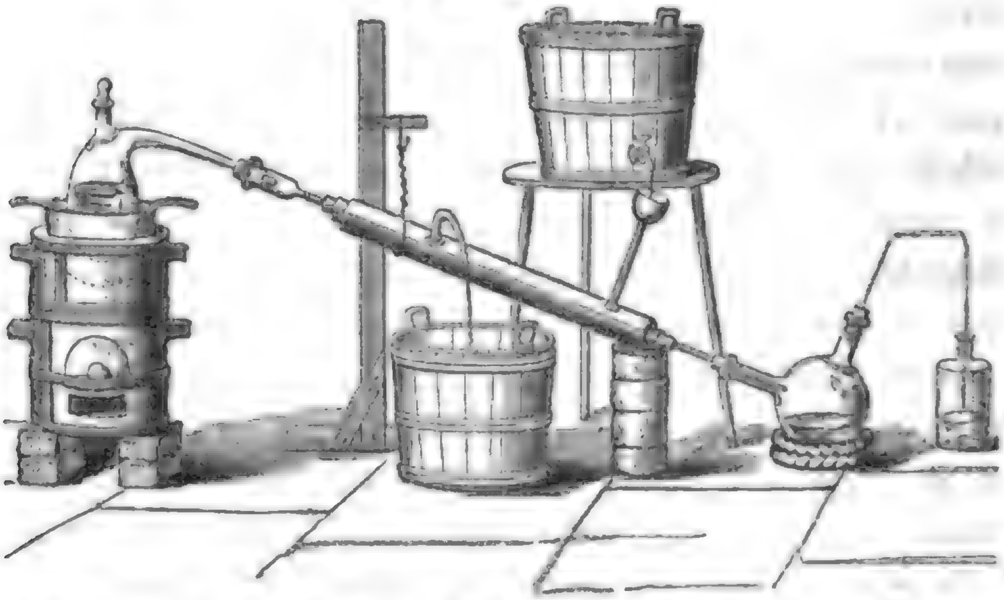
Man pflegt zuerst zu untersuchen, womit die Säure verunreinigt ist und die geeigneten Mittel zu wählen, um diese Verunreinigungen zu beseitigen. Schweflige und Schwefelsäure kommen am häufigsten vor; die schweflige Säure ist flüchtiger als die Salzsäure, sie würde also mit derselben übergehen — man entwickelt deshalb Chlorgas und läßt dasselbe durch die so verunreinigte Salzsäure streichen; hierdurch wird, wie der Sprachgebrauch sich sehr fehlerhaft ausdrückt, die schweflige Säure oxydirt, zu Schwefelsäure gemacht. Dies ist nun zwar nicht wahr, allein Schwefelsäure entsteht wirklich aus der etwa vorhandenen schwefligen, nur nicht durch Chlor, sondern dadurch, daß dieses sich mit dem Wasserstoff des vorhandenen Wassers zu Salzsäure verbindet und in Folge dessen frei gewordener Sauerstoff an die schweflige Säure geht und sie in Schwefelsäure umsetzt.

Nun ist die Schwefelsäure aber auch eine Verunreinigung der Salzsäure und bei der Destillation würde sie mit übergehen; daher bindet man sie an einen festen Körper, am besten an das Chlorbarium, mit welchem sie schwefelsauren Baryt bildet, der unlöslich niederfällt und durch ein

Filtrum getrennt werden muß. Auch für die Anwendung im Großen kann die Verunreinigung durch Schwefelsäure sehr lästig werden. Sie wird z. B. zur Wiederbelebung der Knochenkohle (zur Rübenzuckerfabrikation) angewendet; wenn sie nun Schwefelsäure enthält, so bildet sich schwefelsaurer Kalk. Die Kohle muß nun geglüht werden, dadurch verwandelt sich der schwefelsaure Kalk (Gyps) in Schwefelcalcium und dieses ist ein sehr nachtheiliges und lästiges Product. Auf obige Weise schafft man die Schwefelsäure fort, auch wenn sonst für technische Zwecke die Säure rein genug wäre.

Man schreitet nach dieser Vorbereitung zur Destillation, wozu sich der Apparat Fig. 303 empfiehlt.

Fig. 303.



In die Retorte, welche über einen Zugofen im Sandbade steht, bringt man die auf die angegebene Art gereinigte Salzsäure. Der Hals der Retorte wird sehr genau eingepaßt in eine dazu erweiterte Glasröhre, welche in einer Blechröhre von sehr viel stärkerem Durchmesser steckt, die durch einen Trichter und ein darüber stehendes Gefäß mit Wasser gespeist werden kann, das möglichst frisch unten eintritt und oben am Ende des Rohres wieder entweicht.

An der durch dieses Kühlrohr gehenden Glasröhre befindet sich eine tubulirte Vorlage, aus welcher ein Gasentwickelungsrohr in eine nebenbei stehende Flasche führt, die etwas Wasser enthält.

Bei der Destillation geschieht nun nichts weiter, als was das Ziel einer jeden Destillation ist — Dämpfe werden entwickelt und vertrieben aus dem Gefäß, in welchem die Flüssigkeit sich befindet und diese Dämpfe werden in einem andern Gefäße abgekühlt, dadurch verdichtet und so entsteht das Destillat als etwas Reineres wie dasjenige, von dem man es durch die Operation geschieden hat. Die Vorlage enthält also auch hier

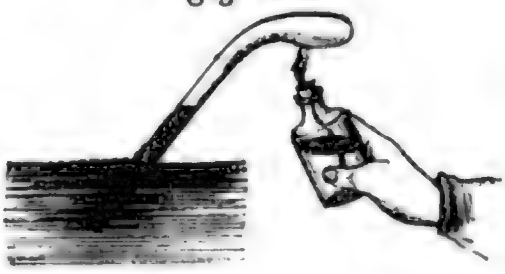
nur dasjenige, was in der Retorte war, die Salzsäure mit Zurücklassung der Metalle und Metalloxyde und anderer Verunreinigungen.

Allein da die Dämpfe der Säure, bei einer Temperatur, wie gewöhnliches Brunnenwasser sie hat, nicht alle niedergeschlagen werden, so müßte sich die Vorlage bald mit solchen übrig gebliebenen Dämpfen füllen und sie schlagen sich nicht so leicht nieder als man glaubt. Deshalb gewährt man den Dämpfen einen Ausweg durch die Tubulatur der Vorlage. Um diese Dämpfe aber nicht zu verlieren, führt man sie in die Flasche mit Wasser, welche unsere Figur als Schlußglied des Apparats zeigt, dort verdichten sie sich durch ihre große Verwandtschaft zum Wasser zu verdünnter Salzsäure.

Will man die Verbindung von Chlor mit dem Wasserstoff, die gasförmige Salz- oder Chlorwasserstoffsäure zu einer Flüssigkeit verdichten, so kann dieses sowohl durch Erkältung als durch Druck geschehen, allein beides muß in hohem Grade angewendet werden, denn selbst bei 70° unter Null muß noch ein Druck von mehr als zwei Atmosphären angewendet werden, um das Chlorwasserstoffsäuregas in eine Flüssigkeit zu verwandeln. Bei 30° unter Null gehören schon 10 Atmosphären, bei —17° 15 Atmosphären, bei 0 Grad 26 Atmosphären dazu, um das Gas flüssig zu machen.

Nach Faraday's Methode läßt sich die Sache (obgleich die Druckhöhen sich ganz gleich bleiben) leichter machen; es handelt sich nur darum, daß die Glasröhre, in welcher die Entwickelung vorgenommen wird, stark genug sei, um dem gewaltigen Druck Widerstand zu leisten.

Fig. 304.



In eine knieförmig gebogene Glasröhre von starker Wandung und gut gekühltem Glase wird eine Quantität Kochsalz und Schwefelsäure gebracht, dann aber schnell das andre Ende zugeschmolzen. Es findet nun sofort eine Entwickelung der Chlorwasserstoffsäure statt, allein nicht stark genug, um das Experiment zu Ende zu führen; deshalb wartet man, bis das zugeschmolzene Ende sich abgekühlt hat, dann taucht man es in eine Kältemischung und nun erwärmt man die Stelle, wo das Salz mit der Schwefelsäure befindlich. Jetzt tritt erst die kräftige Gasentwickelung ein und bald ist in dem abgekühlten Theil der Röhre eine beträchtliche Menge des Gases zu einer farblosen Flüssigkeit verdichtet.

Eine solche Säure ist für den Techniker aber nicht brauchbar, er muß sich mit derjenigen Säure und demjenigen Grade von Concentration begnügen, welchen er durch Destillation der käuflichen erlangen kann. Die

rohe Säure hat gewöhnlich eine solche Stärke, daß sie beim Erwärmen zuerst Gas ausgiebt, daher muß man in die Vorlage Wasser, etwa ein Sechstel des Gewichts der Säure vorschlagen, damit dieses das Gas absorbire, oder man verdünnt die Säure mit so viel Wasser, daß ihr specifisches Gewicht statt 1,16, nur noch 1,14 ist. In diesem Falle bringt man in die Vorlage kein Wasser. Was zuerst übergeht, ist immer die stärkste Säure; dadurch, daß man von Zeit zu Zeit die Vorlagen wechselt, kann Säuren von sehr verschiedener Concentration erlangen; die stärkste wird immer 1,19 sein, also sich dem höchsten Grade der Concentration nähern, der 1,21 ist.

Aus reinem Kochsalz und guter concentrirter Schwefelsäure, etwa mit einem Viertheil ihres Gewichts Wasser verdünnt, erhält man durch einfache Destillation, welche bereits oben beschrieben ist, jedenfalls die reinste und stärkste Säure; 10 Pfund Kochsalz geben, bei vollständiger Zersetzung durch Schwefelsäure, mehr als 6 Pfund des sauren Gases. Giebt man bei der Bereitung 10 Pfund Wasser in die Vorlage, so kann man bei geringer Vermehrung des Volumens 16 Pfund einer Flüssigkeit von 1,19 erhalten; da aber etwas Chlor immer verloren geht, das Wasser in der Waschflasche etwas absorbirt, das angewendete Kochsalz auch niemals absolut trocken, d. h. wasserfrei ist, so wird dieses Ideal der Säurefabrikation niemals erreicht und man begnügt sich bei den angegebenen Zahlenverhältnissen mit 15 Pfund einer Säure von 1,16, welche nunmehr eine starke Concentration besitzt und rauchend ist.

Natürlich vorkommende Salzsäure gehört zu den größten Seltenheiten; man findet sie nur bei thätigen Vulkanen während ihrer Ausbrüche, sie entwickelt sich gasförmig da und dort in dünnen, aus Spalten der Kratere hervordringenden Strahlen. In Amerika findet man die Salzsäure in einigen Bächen, welche auf vulkanischem Boden entspringen, sie ist dem Wasser von ein Zehntel bis zu ein Fünftel Procent beigemischt; von einer Benutzung dieser natürlichen Quellen der Salzsäure kann natürlich niemals die Rede sein; theils ist es zu gefährlich, so weit es die sich entwickelnden Gase betrifft, theils sind sie zu unergiebig und nicht gleichmäßig fortfließend, theils, was die flüssige betrifft, würde die Darstellung aus tausend oder auch nur aus 500 Theilen Wasser viel kostspieliger sein, als die Gewinnung aus den theuersten Producten.

Die Fabrication bildet aber einen sehr wichtigen Gewerbszweig, weil ihre Anwendung so außerordenlich mannigfaltig ist, daß viele Tausende von Centnern jährlich verbraucht werden. Zuerst dient sie als ein saures Lösungsmittel für viele Substanzen und sie hat, wo die chemische Zusammensetzung es erlaubte, die Schwefelsäure verdrängt, welche beträchtlich

theurer ist. In den technischen Gewerben findet sie vielfach Verwendung; so wird sie in der Zuckerraffinerie benutzt, um den Kalk aus der gebrauchten Knochenkohle auszuziehen. Zur Bereitung des Chlors und vieler Metallchlorüren bedient man sich selbstverständlich nur ihrer; zur Bereitung der Gelatine aus den Knochen, zur Bereitung des Salmiaks kann man ihrer nicht entbehren; endlich, ist sie gemischt mit Salpetersäure, das einzige Lösungsmittel für Gold und Platin.

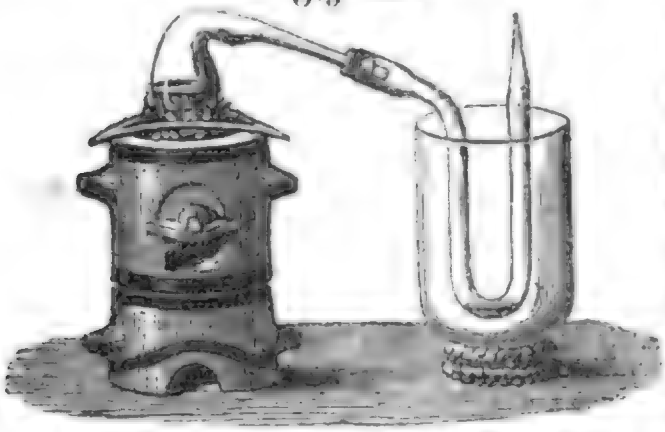
Königswasser.

Dies führt uns zu der starken, unwiderstehlichen Säure, welche man mit dem Namen Königswasser (Aqua regis), Salpetersalzsäure, belegt hat, weil sie den König der Metalle, das Gold auflöst und welche man auf zwei verschiedenen Wegen gleich bequem erhalten kann, indem man nämlich einen Theil concentrirter Salpetersäure mit dreimal so viel concentrirter Salzsäure vermischt oder indem man Kochsalz oder Salmiak in concentrirter Salpetersäure auflöst, hierdurch wird nämlich dasselbe gebildet; das Chlor, welches im Chlornatrium (Kochsalz) oder im Chlorammonium (Salmiak) enthalten ist, wird durch Einwirkung der Salpetersäure in Salzsäure verwandelt.

Die so gebildete Mischung von Salpetersäure und Salzsäure hat genau die Wirkung des freien Chlors, es entsteht bei seiner Einwirkung nämlich immer ein Chlorid und man ist deshalb geneigt, anzunehmen, ein Antheil des Wasserstoffes der Chlorwasserstoffsäure gehe mit einem Antheil oder Aequivalent Sauerstoff der Salpetersäure eine Verbindung zu Wasser ein, mit welchem in Vereinigung nunmehr Chlor und Untersalpetersäure befindlich. Das freie Chlor bewirkt dann die Vereinigung des Metalles mit sich zu einem Metallchlorür, selbst bei solchen widerstandsfähigen Metallen, wie Platin und Gold, welche von keiner Säure angegriffen werden — es ist nämlich auch hier keine Säure, sondern das Element Chlor, welches Chlorplatin bildet, wie das Element Sauerstoff mit demselben Metall Platinoxyd bilden kann. Die Eigenschaften dieser Mischung zweier Säuren sind schon lange und, wie es scheint, bereits den Alchemisten bekannt gewesen, denen wir eine große Menge der wichtigsten Entdeckungen verdanken, allein untersucht und festgestellt ist das eigentliche Verhalten dieser beiden Säuren zusammen wirkend, erst durch Edmund Davy und

Baudrimont; der erstere unterwarf dasselbe der Destillation und erhielt Chlor und Untersalpetersäure und der andere schlug einen ähnlichen Weg ein, trennte jedoch das Destillat in zwei ganz verschiedenen Substanzen.

Fig. 305.



Wenn eine Mischung von 3 Theilen Salzsäure mit 2 Theilen Salpetersäure auf 80 Grad erwärmt wird und man das Gas, welches sich entwickelt, durch eine U förmig gebogene Röhre leitet, welche durch Eis abgekühlt wird, so schlägt sich daraus eine farblose Flüssigkeit nieder und ein Theil des Gases entweicht. Wenn man dieses entweichende Gas weiter fortführt durch eine zweite U förmige Röhre, die in einer Kältemischung von Eis und Kochsalz steht, so verdichtet es sich zu einer dunkelrothen Flüssigkeit, welche nach Baudrimont's Annahme eine Salpetersäure ist, in welcher zwei Bildungsantheile Sauerstoff durch zwei Aequivalent Chlor ersetzt sind zu Chlorsalpetersäure. Die Temperatur muß so niedrig erhalten werden als möglich, denn schon bei sieben Grad unter Null siedet die Flüssigkeit. Die Dämpfe röthen das Lackmuspapier nicht, aber sie entfärben es.

Das bei der Siedhitze (von 7° unter Null) entweichende Gas wird vom Wasser lebhaft aufgenommen, es verschlingt sein 130faches Volumen und bildet damit eine lebhaft rothe Flüssigkeit, die selbst bei directer Einwirkung der Sonne sich nicht entfärbt und alle Eigenschaften des Königswassers besitzt. Hier scheint also das eigentlich Wirksame dieser Säurenverbindung aufgefunden worden zu sein.

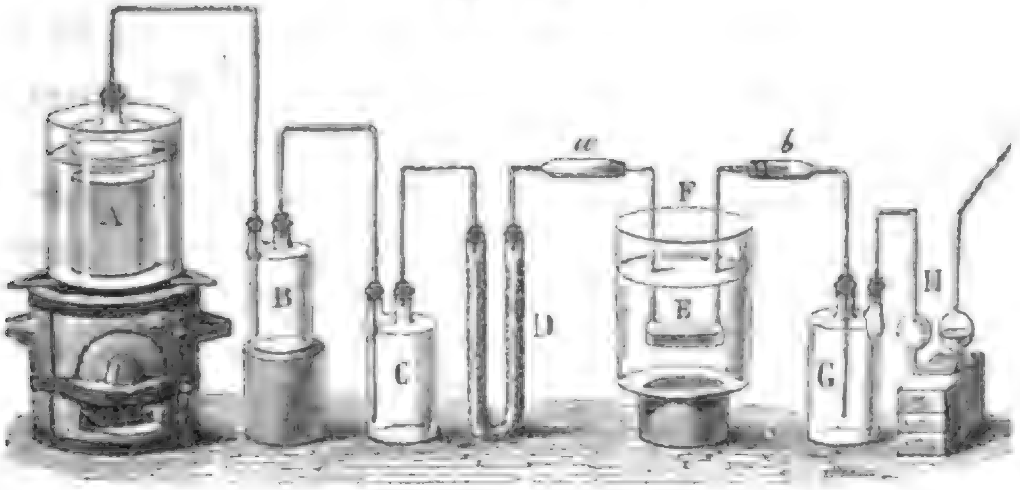
Gay Lussac hat diese Untersuchungen aufgenommen und weiter geführt und hat in etwas abgeänderte Resultate erhalten. Er verfuhr dabei auf folgende Weise: Fig. 306.

Königswasser aus 1 Volumen concentrirter Salpetersäure und 3 Volumen Salzsäure wird in eine, zur Gasentwickelung eingerichtete Flasche gebracht und mit dieser in ein größeres, offenes Glas A gesetzt, welches mit Wasser gefüllt auf einem Ofen steht, in welchem eine geringe Menge Kohlen befindlich ist, welche nur grade genügt, die darüber stehende Wassermasse bis auf 90 Grad zu erwärmen (zum Sieden darf sie nicht kommen).

Bei dieser Temperatur entwickelt sich eine reichliche Menge von Dämpfen, welche man durch eine Flasche B führt, in welcher sich einige Tropfen verdichten, welche dann aber weiter gehen in eine Flasche C, die auf den ersten Blick überflüssig scheint, deren Nutzen wir aber bald

kennen lernen werden. Von hier führt man die abgeschiedenen oder ausgetriebenen Dämpfe durch ein Chlorcalciumrohr D, bestimmt, um sie zu trocknen, vom eigentlichen Wasser zu befreien.

Fig. 306.



In F und E sieht man den Apparat, in welchem die Verdichtung vor sich gehen soll. E ist eine Glaskugel oder ein Cylinder, an welchem zwei dünne Röhren Uförmig angelöthet sind, die sich oben nach a und b rechtwinklig umbiegen und daselbst in Spitzen ausgezogen, aber so abgebrochen sind, daß es möglich ist, Gas hindurch zu führen. Dieses U mit der Erweiterung unten liegt in einem großen Glase mit einer Kältemischung, die oberen umgebogenen Enden aber sind durch Korke geschoben und diese stecken in den Erweiterungen der Gasleitungsröhren, welche das Gas aus der Chlorcalciumröhre durch den Verdichtungsapparat nach der Flasche G führen, welche tubulirt ist und schließlich mit einem Liebig'schen Kugelapparat zusammenhängt, in welchem ein wenig Wasser befindlich, woran man den Gang der Gasentwickelung beobachten kann.

Nachdem sich in der ersten Flasche B eigentliche Dünste tropfenweis verdichtet haben, erscheint in der Flasche C das Gasgemenge, welches Baudrimont so betrachtet, wie vorhin angedeutet, als eine Salpetersäure, in welcher zwei Bildungsantheile Sauerstoff durch zwei Chlor ersetzt sind, also Chlorsalpetersäure. — Gay Lussac nun sagt: dieses Gas von einem prächtigen Hochgelb, mit einem leichten Anflug von bräunlich, ist Unterchlorsalpetersäuredampf, gemengt mit chlorsalpetriger Säure, welche sich, je nachdem die Operation weit vorgeschritten ist, verschieden verhalten gegen einander in ihrer Menge. Wenn das getrocknete Gasgemisch in die cylindrische Erweiterung der Bahn E eintritt, worin es, durch die Kälte erregenden Substanzen, welche dieselben innerhalb des Glases F umgeben, condensirt wird, so bildet es eine rothbraune Flüssigkeit, von welcher Dämpfe aufsteigen, die nunmehr das Glas G füllen.

Digitized by Google

Die Farbe, welche das Gas innerhalb G hat, verglichen mit der Farbe des Gases innerhalb der Flasche C (dazu ist diese angebracht), belehrt den Chemiker, ob die Operation einen guten Verlauf hat. Wird innerhalb E durch die Kälte alles Condensirbare flüssig gemacht, so darf in G nur Chlor erscheinen, was an seiner grünen Farbe zu erkennen ist; nähert sich das Gas hinsichts seiner Farbe der von C, so ist die Kältemischung in F nicht wirksam genug und sie muß verstärkt werden.

Bei genügender Erkältung befindet sich innerhalb E sehr bald eine rothbraune Flüssigkeit, welche nun, nachdem die Kugel erfüllt ist, vor der Zersetzung und Verflüchtigung dadurch bewahrt, daß man die spitzen Enden der gebogenen Glasröhre a und b aus ihren Umhüllungen und aus den Stöpseln entfernt und, während E noch im Eise steht, vor der Gebläselampe zuschmilzt.

Diese Flüssigkeit ist das condensirte Gemenge der chlorosalpetrigen und der Unterchlorsalpetersäure (chloroazoteux et hypochloroazotique Regn.) und kann, so wie durch Destillation aus dem Königswasser, auch durch directe Mischung der beiden gasförmigen Säuren gewonnen werden. Bringt man die in E enthaltene Flüssigkeit mit einem Metalle zusammen, so ergiebt sich genau die Wirkung des Königswassers, nur heftiger; es wird schnell aufgelöst und in ein Chlorür verwandelt, denn das Metall findet im Königswasser und in dieser Concentration der beiden Säuren das Chlor im Entstehungsmoment, also in seinem wirksamsten Zustande. Weil nun diese Erscheinungen mit denen des Königswassers übereinstimmen und sich auch bei dem Producte einer directen Verbindung der beiden genannten Säuren, der chlorosalpetrigen und der Unterchlorsalpetersäure, zeigen, so ist man geneigt, Gay Lussac's Ansicht als die richtige anzunehmen.

Zweifach Chlorwasserstoffsäure.

Diese Substanz ist noch etwas zweifelhafter Natur. Man erkältet concentrirte Salzsäure möglichst stark durch eine Kältemischung und bringt in dieselbe in kleinen Quantitäten Bleisuperoxyd, so wird dieses in Chlorblei verwandelt, ohne daß sich dabei Chlorgas frei zeigt, welches bei gewöhnlicher Temperatur geschehen würde; es ist daher möglich, daß die Flüssigkeit, aus welcher sich das Chlorblei abgelagert hat, mehr Chlor ent-

halte, als ihr qua Salzsäure zukommt, daß sie ein Bichlorid, ein Superchlorid des Wasserstoffes sei. Verschiedene Chemiker haben über diese Substanz noch verschiedene Ansichten; von technischem Interesse ist sie auch nicht, wir können daher das Uebrige auf sie bezügliche übergehen.

Sauerstoffverbindungen des Chlors.

Mit der vollkommen gerechtfertigten, mit der bewiesenen Behauptung: die Salzsäure sei keine Sauerstoff-, sondern eine Wasserstoffverbindung und Säure, ist nicht gesagt, daß das Chlor sich nicht mit dem Sauerstoff überhaupt, oder auch nur daß es mit ihm nicht zu Säure sich verbinde; im Gegentheil geschieht dies in viel mehr Unterabtheilungen, als mit dem Wasserstoff. Nur eine so directe Verbindung tritt nicht ein; es ist ungefähr wie mit Sauerstoff und Stickstoff, welche auch innerhalb der Atmosphäre in ungeheuerster Ausdehnung, seit die Erde bewohnbar ist, gasförmig neben einander bestehen, ohne zu einem Körper zu werden und welche deswegen doch mächtige Verbindungen bilden, wenn die erforderlichen Bedingungen eintreten.

Chlorgas und Sauerstoffgas verbinden sich nicht mit einander, Chlor und Sauerstoff aber, so viel man bis jetzt weiß, in sieben verschiedenen Abstufungen (Chlor und Wasserstoff nur in zweien, von denen eine noch dazu zweifelhaft ist), bei denen zweierlei zu bemerken ist: daß die Reihenfolge unterbrochen ist und daß die Verhältnisse aufhören, so einfach zu sein als wir sonst gewohnt sind, sie auftreten zu sehen.

Die Verbindungen laufen sonst in der einfachen Zahlenreihe neben einander fort und die neuere Chemie feiert es als eine Art von Triumph, daß sie diese einfachen Verhältnisse entdeckt hat.

Man reitet gerne als Parade- und Schulpferd den Stickstoff vor und sagt: 1 Stickstoff mit 1 Sauerstoff (NO) giebt Stickstoffoxydul, NO_2 giebt Stickstoffoxyd, NO_3 bildet salpetrige Säure, NO_4 Untersalpetersäure und NO_5 Salpetersäure. Man kann auch — um bei einem uns bekannten Körper zu bleiben — sagen: 1 Wasserstoff mit 1 Sauerstoff (HO) giebt Wasser, HO_2 giebt oxydirtes Wasser oder HO Wasserstoffoxyd HO_2 Wasserstoffsuperoxyd (dies ist für den Chemiker, der Laie ist mit der vorigen Bezeichnung zufrieden).

Allein dieses schöne Paradepferd verläßt jetzt die Reitbahn, es kommt ein anderes, das ist nicht so gut geschult.

Wir haben zuerst eine Verbindung von Chlor und Sauerstoff in dem Verhältniß von 1 zu 1, ClO, man nennt sie unterchlorige Säure (das Wort „Sauerstoff" bei einer Säure, um sie als Sauerstoffsäure zu bezeichnen, bleibt als selbstverständlich fort, nur wo es nicht Sauerstoff ist, den die Säure bildet, sagt man dieses durch Beisatz des näher bezeichnenden Wortes). Jetzt gleich folgt eine Lücke, denn ClO_2 fehlt, es kommt als nächstbekannte, die chlorige Säure ClO_3, Chlor mit dreifach Sauerstoff, darauf geht es regelmäßig fort mit Unterchlorsäure ClO_4 und Chlorsäure ClO_5; aber jetzt folgt wieder eine Lücke, denn das Verhältniß ClO_6 ist nicht vorhanden, wenigstens nicht entdeckt, das nächste aber ClO_7 ist in der Ueberchlorsäure vorhanden.

Wir könnten uns noch trösten mit den Worten „noch nicht entdeckt", allein es kommen ein paar Entdeckungen hinzu, welche sehr im Widerspruche stehen mit der gerühmten Einfachheit der Verhältnisse. Der Chemiker Millon, der sie entdeckte, nennt sie Acide chlorochlorique (Chlorochlorsäure) und Acide chloroperchlorique (Chlorüberchlorsäure) und bezeichnet sie, um wenigstens den Anschein der Einfachheit in der Zusammensetzung zu retten, mit $2ClO_5\ ClO_3$ und mit $2ClO_7\ ClO_3$. Da dieses aber nur ein Blendwerk ist, so nehmen die deutschen Chemiker dem Dinge seine Maske ab, addiren die Elemente und sagen: 2 mal 5 Sauerstoff giebt 10, dazu 3 macht 13 und zwei Chlor nebst einem Chlor geben Drei, also: Cl_3O_{13} ist zweifach chlorsauerchlorige Säure und Cl_3O_{17} ist zwiefach überchlorsaure chlorige Säure.

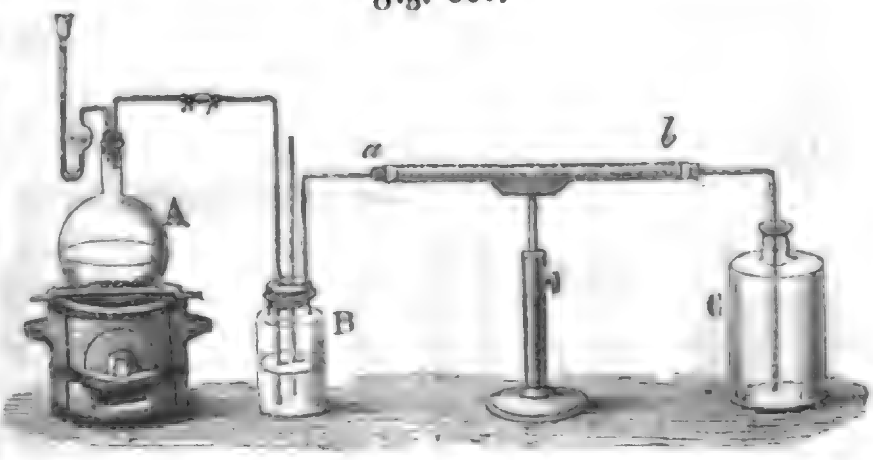
Nicht nur die oben bemerkten Lücken sind auffallend, sondern auch die ganz unregelmäßigen Verhältnisse 3 : 13 und 3 : 17, welche sich gar nicht auf einfache Zahlen reduciren lassen, überdies weicht die mehr regelmäßige Reihe der erst gedachten Verbindungen doch von den analogen Stoffverbindungen auch darin noch ab, daß die niedrigsten Oxydationsstufen schon Säuren sind, während die Stickstoffoxyde als indifferente Körper erscheinen. Wir werden also mit unserm gerühmten System der einfachen Zusammensetzungen nicht weit kommen, allein wir haben auch schon früher darauf aufmerksam gemacht, daß die Natur die Systeme nicht liebt. Zudem sind viele der angeführten Chloroxydationsstufen nicht natürlich, sondern künstlich gemacht.

Unterchlorige Säure.

Diese Säure wurde von dem Chemiker Balard entdeckt, indem er in eine Flasche, welche Chlorgas enthielt, rothes Quecksilberoxyd und etwas Wasser brachte. Das fein gepulverte Oxyd nahm sehr schnell einen Theil des Chlors auf, indem es damit ein Chlorid bildete; ein anderer Theil des Chlors vereinigte sich dabei mit dem vertriebenen Sauerstoff des Quecksilberoxydes und diese Sauerstoff- und Chlorverbindung ist die unterchlorige Säure, welche sich im Wasser auflöst, indessen das Chlorquecksilber mit dem noch unzersetzten Quecksilberoxyd ein Sauerstoffchlorid, ein Oxychlorid bildet, von welcher Substanz man die Flüssigkeit abgießt, die sich in der Ruhe klärt und ziemlich rein ist bis auf ein wenig Quecksilberoxyd, das in der Regel darin aufgelöst erscheint.

Wenn man in das Chlorgas trocknes Quecksilberoxyd bringt, so findet gleichfalls eine ähnliche Zersetzung statt, allein die unterchlorige Säure, welche kein Wasser findet, um sich damit zu vereinigen, erscheint nun als ein Gas. Die Bereitungsart des Gases ist übrigens nicht die der flüssigen Säure, sondern man stellt es dar, wie man Chlor zu gewinnen und aufzufangen pflegt.

Fig. 307.



Fein geriebenes, durch vorherige Erwärmung empfänglich gemachtes, jedoch wieder abgekühltes, rothes Quecksilberoxyd wird in eine Röhre ab gebracht, aus welcher ein Gasleitungsrohr bis an den Boden einer trocknen leeren Flasche reicht. Aus einem Kolben A wird auf die gewöhnliche uns bekannte Weise Chlor entwickelt, in der Flasche B mit wenig Wasser gewaschen und dann durch das Rohr ab über das Oxyd geführt. Es kann der Fall eintreten, daß hierbei eine solche Erhitzung stattfindet, daß die Röhre zerspringt; deshalb ist es gut, dieselbe wenigstens mit einem nassen Tuche zu umgeben; ist das rothe Quecksilberoxyd nicht krystallinisch, sondern amorph gewesen, so ist es viel leichter angreifbar durch das Chlor und dann genügt die Benetzung nicht einmal, dann muß man eine Kältemischung anwenden.

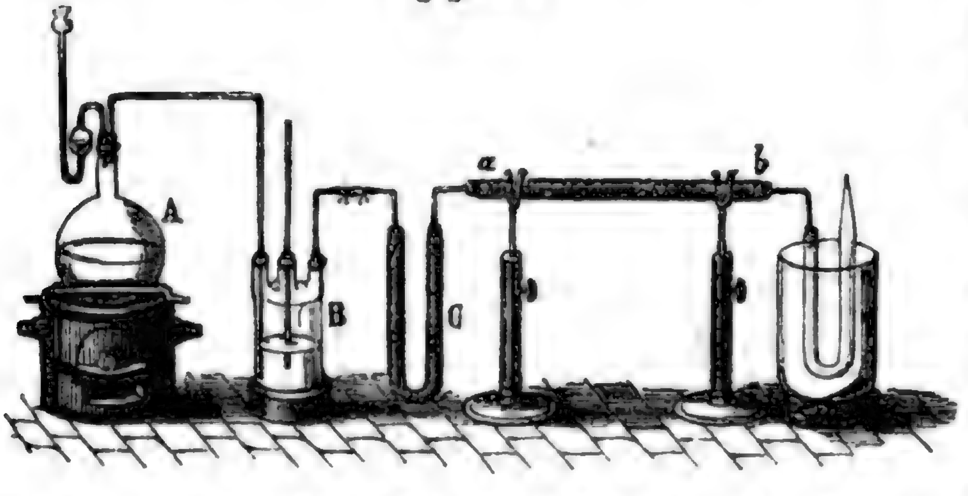
Das Gas, welches über das Oxyd hinweg gegangen, ist nicht mehr Chlor, sondern unterchlorige Säure; es hat einen Theil des Sauerstoffes

des Oxydes für einen Theil Chlor ausgetauscht und es tritt nunmehr unten in der Flasche, sich ausbreitend wie eine Flüssigkeit auf, indem es eine viel größere specifische Schwere hat (es wiegt dreimal so viel als atmosphärische Luft) und vertreibt nach und nach die Luft vollständig, worauf man die Flasche mit einem gut passenden Glasstöpsel verschließt, der zu noch besserer Dichtung an seinem oberen Ende ein wenig mit Talg befettet ist.

Das Gas ist röthlich gelb, von dem bekannten Chlorgeruch, ist aber ein viel gefährlicherer Körper, als das verwandte Chlor, indem es nicht selten ohne äußere Veranlassung explodirt, durch den electrischen Funken jederzeit, indem es sich in 2 Volumen Chlorgas und 1 Volumen Sauerstoffgas trennt. Frisch geglühete, im luftleeren Raum oder in Quecksilber getödtete Kohle, Phosphor, Schwefel, Selen, Arsenmetall und mehrere andere Substanzen, welche sich mit dieser Säure sehr rasch verbinden, bewirken immer eine Explosion, die organischen Körper werden dadurch zerstört, das Einathmen ist noch gefährlicher als bei dem Chlor, es folgt fast immer Blutspeien, heftiges Husten mit Erstickungszufällen, nicht selten der Tod.

Das Gas kann durch Kälte zu einer Flüssigkeit verdichtet werden. Um dieses zu bewerkstelligen, wendet man den Apparat an, welchen Fig. 308 zeigt, er ist dem vorigen sehr ähnlich; A ist der Kolben zur Darstellung des Chlors aus Kochsalz, Braunstein und Schwefelsäure, welche man durch den, mit einer Sicherheits-Röhre verbundenen Trichter nach Bedürfniß eingießt. B dient um das Gas von anhängender Schwefelsäure zu befreien; es ist die Waschflasche. Gegen den vorigen Apparat hinzugetreten ist C, eine U förmig gebogene Glasröhre, in welcher Chlorcalcium im trocknen, ausgeglüheten Zustande befindlich, dazu dient, die Wasserdämpfe aufzunehmen und das Gas so getrocknet nach a b gelangen zu lassen, in welcher Röhre das rothe Quecksilberoxyd liegt.

Fig. 308.



Statt der Flasche, um das Gas aufzufangen, hat man nunmehr eine zweite U förmig gebogene Röhre, deren eines Ende durch ein dünnes

Glasrohr mit dem zersetzenden Quecksilberoxyd verbunden, indessen das andere beinahe zugeschmolzen, d. h. zu einer Spitze mit sehr kleiner Oeffnung ausgezogen ist, um das rasche Entweichen oder Hindurchstreichen des Gases zu verhindern und doch eine Ausgleichung gegen den Druck der atmosphärischen Luft zu gestatten.

Wenn diese gebogene Röhre in einem Gefäß steht, welches mit einer Kältemischung von Eis und Salmiak versehen ist, die Temperatur unter —17° herab bringt, so wird das Gas flüssig, sobald es die Röhre verläßt, aus der es sich ergießt, um in die kalt gehaltene weitere Röhre zu treten. Es verdichtet sich zu einer schweren Flüssigkeit von der schönen rothen Farbe des Arterienblutes, von einem auffallenden, reizenden, die Lungen angreifenden Geruch nach Chlor und Jod. Bei etwas höherer Temperatur stößt die Flüssigkeit viele orangerothe Dämpfe aus, welche eben jene luftförmige Säure bilden, von welcher und von deren gefährlichen Eigenschaften oben gesprochen worden ist; allein es sind nicht blos diese Dämpfe, welche so gewaltsam wirken; auch die flüssige Säure thut dasselbe und zwar in einem so hohen Grade, daß es nicht rathsam ist, sie nur aus einem Glase in das andere zu gießen. Die geringste Erschütterung bringt Detonation hervor. Bei den berüchtigten Knallpräparaten (Knallgold, Knallquecksilber) ist doch ein Schlag oder eine Entzündung auf andere Art nöthig — bei der flüssigen unterchlorigen Säure ist dieses gar nicht erforderlich. Wenn in einem Reagentiengläschen einige Tropfen davon befindlich sind und man macht irgendwo weit oberhalb der Stelle, wo sie liegen, einen Feilstrich in das Glas, um dort die Röhre durchbrechen zu können, so ist die Erschütterung, welche durch diesen Strich verursacht wird, schon genügend, eine Detonation hervorzubringen. Die Erwärmung ist eben so gefährlich; manchmal allerdings wird die Säure dadurch zersetzt, ohne daß sie explodirt, aber eben so häufig findet die heftigste Zerschmetterung des Glases statt, sogar ohne gleichzeitige, nachweisbare Zersetzung, indem dieses Präparat, man möchte beinahe sagen, Launen hat, sich bald so bald so — sehr verschieden unter beinahe gleichen Umständen, verhält. Zersplittertes Antimonmetall, in sehr feinen Blättchen hineingebracht, hat zum Beispiel weder auf den Dampf, noch auf die flüssige Säure Einwirkung; dasselbe Metall, in pulverigem Zustande, verbrennt darin und bringt sie zur heftigsten Detonation; der geringe äußere Unterschied, die Zahl der Berührungspunkte, ist hier genügend, um über Verbrennen oder Nichtverbrennen zu entscheiden.

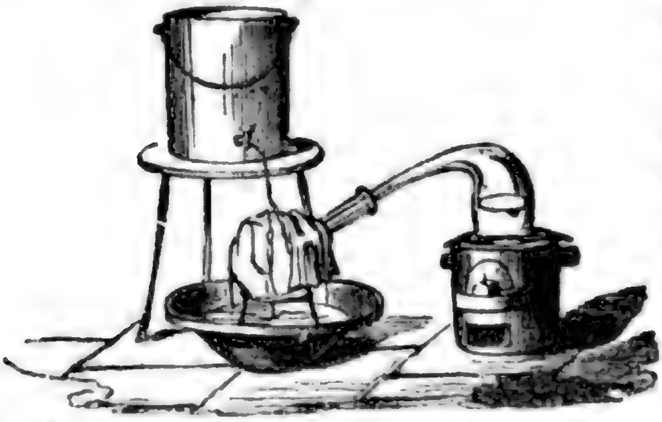
Arsen, Phosphor, Kalium, Kohle, Selén, ferner einige Gase, besonders Wasserstoffgasverbindungen, verbrennen unter gleichen Umständen, häufig unter Detonation. Findet eine solche nicht statt und kann man also

die Verbrennungsproducte finden, so hat man Oxyde dieser Metalle. Arsenmetall verbrennt selbst mitten in der Flüssigkeit unter Entwickelung eines schönen blauen Lichtes, die anderen Substanzen, deren oben gedacht worden, so wie Schwefel, Brom, Jod, werden selbst noch von der verdünnten Säure oxydirt, indem sie ihren Sauerstoff abgiebt und entweder Chlor entweicht oder in der Flüssigkeit als Salzsäure zurückbleibt.

Verdünnt wird diese Säure nämlich sehr leicht, da sie als Gas in Wasser geleitet, sich darin sofort auflöst, als Gas zu existiren aufhört und mit dem Wasser eine Verbindung bildet, deren Grad, deren Säuregehalt sich nach der Farbe beurtheilen läßt. Die Lösung ist nämlich um so dunkler gelbroth, je reicher sie an den Dämpfen dieser Säure ist, davon Wasser sein 200faches Volumen aufnehmen kann. Aber auch die bereits flüssige unterchlorige Säure mischt sich leicht mit dem Wasser, obwohl sie wegen ihrer großen specifischen Schwere darin schneller untersinkt als nordhäuser Schwefelsäure; sie setzt sich unter dem Wasser in einer abgesonderten Schicht ab, doch nach und nach findet eine vollständige Auflösung statt und eine ganz gleiche Vertheilung, ohne daß man nöthig hätte, sie durch Schütteln zu befördern.

Aus der verdünnten Säure kann man durch gelinde Erwärmung die stärkere oder concentrirte leicht abdestilliren; sie ist so sehr viel flüchtiger als Wasser, daß sie sich bei geringer Temperaturerhöhung aus der Lösung zum größten Theile verjagen läßt, allein es genügt nicht, daß man, wie die Fig. 309 zeigt, die Vorlage durch Wasser kalt erhalte, daß man ein Tuch über dieselbe decke, um das wo möglich durch eingelegte Eisstücke bis auf 0° herab gedrückte Wasser darüber fließen zu lassen und so eine Temperatur von Null Grad auch innerhalb der Vorlage zu erhalten, man muß zu dem Mittel der Kältemischungen schreiten und die Sache auf die uns bereits bekannte Art, in einer Uförmigen Röhre, oder so machen, daß man eine Flasche in eine Kältemischung setzt. Diese muß dann, wie die Fig. 310 zeigt, einen breiten Stöpsel mit einem Sicherheitsrohr haben; allein hier wie bei allen Arbeiten mit flüchtigen Säuren ist Kork nicht zulässig und das Tränken desselben mit Wachs nicht genügend. Ein Ueberzug von Guttapercha oder noch besser der Stöpsel selbst ganz von Gutta-Percha, ist, wie es scheint, das Zweckmäßigste, denn diese Substanz wird von den Säuren nicht angegriffen, welche den Kork zerstören und den Wachs nach und nach durch-

Fig. 309.



dringen; dazu bietet Gutta-Percha die für den gegenwärtigen Zweck höchst schätzbare Eigenschaft, sich bei mäßiger Erwärmung leicht und beliebig formen zu lassen und dadurch sowohl den Hals der kleinen Flasche, als auch die beiden Röhren, welche darin stecken, fest und luftdicht zu umschließen. Die übrige Anordnung ist die uns bereits bekannte, das Gasleitungsrohr, welches in die Flasche führt, die in der Kältemischung steht, ist mit einem Kühlrohr umgeben, damit die Dämpfe bereits möglichst abgekühlt nach der Flasche gelangen und ein Trichter e, zum Ein- und Nachfüllen der Säure, geht neben dem Destillationsrohr in die Retorte.

Fig. 310.

Diese concentrirte Säure ist von heftigster Wirkung auf den thierischen Körper; der Experimentator muß deshalb sehr behutsam sein, ein Begießen der Hand kann tödtliche Folgen haben, abgesehen nämlich von der starken Verdunstung und der Verbreitung erstickender Dämpfe, verletzt die Säure die Haut dermaßen, daß bei größern Flächen, die begossen sind, der Schmerz unerträglich wird und der Unglückliche den Nerven-Erschütterungen unterliegt. Ein Tröpfchen auf die Oberfläche der Hand gebracht, verursacht schon eine äußerst schmerzhafte Verletzung, die Haut wird zuerst braun, dann zerstört, es bildet sich eine bösartige Wunde und ein Geschwür, welches nur sehr langsam, oft nach Monaten erst vernarbt.

Wird sie sehr verdünnt angewendet, so zerstört sie in organischen Stoffen zuerst die Farben, denn sie, diese unterchlorige Säure, ist das eigentlich Wirksame in den Bleichsalzen, Chlorkalk 2c.; die Lösungen und die gesättigtesten Färbungen von Lackmus und anderen blauen Pflanzenfarben, werden davon sogleich entfärbt.

Bei diesen mächtigen Wirkungen ist es zu verwundern, daß die unterchlorige Säure als Säure selbst sehr schwach ist, so daß sie z. B. nicht

einmal die Kohlensäure aus ihren Verbindungen austreibt, was doch Schwefelsäure bis auf das Tausendfache verdünnt noch thut; im Gegentheil treibt Kohlensäure die unterchlorige Säure aus ihren Salzen; deshalb diese stets nach Chlor riechen, weil immerfort Säure entweicht und dies geschieht durch die Kohlensäure der atmosphärischen Luft, worin sie kaum zu einem Zweitausendstel enthalten ist.

Man kennt übrigens von unterchlorigsauren Salzen nur drei; es sind die Bleichsalze von Kali, Kalk und Natron, sie sind, wie wir bereits wissen, sehr leicht zersetzbar und der Grund ist eben die bei einem sonst so heftig wirkenden Körper ungewöhnliche Schwäche als Säure.

Die Bleichsalze werden auf die früher angegebene Weise (der Bleichkalk) dadurch gewonnen, daß man Chlorgas über die dazu gehörigen Basen leitet, sie könnte aber auch dadurch gebildet werden, daß man Chlorgas in die Lösungen dieser Balsen leitet. Mit dem Natron tritt hier einer jener merkwürdigen Fälle ein, der uns wieder zeigt, auf wie schwachen Füßen alle unsere Systeme stehen.

Die stärkere Säure treibt die schwächere aus, das ist die Wahlverwandtschaft, von welcher wir Anfangs dieses Buches gesprochen haben. Gießt man Schwefelsäure auf Kochsalz, so verjagt die Säure das Chlor aus dem Besitz des Natriums; dieses vereinigt sich unter dem Beistande der Schwefelsäure mit dem Sauerstoff des vorhandenen Wassers (in der verdünnten Säure) zu Natron und dieses mit der Schwefelsäure bildet schwefelsaures Natron oder Glaubersalz. Das Chlor, welches von der Schwefelsäure zum Hause hinaus geworfen worden ist, findet vor der Thüre den Wasserstoff, dem es eben so gegangen ist und beide trösten sich mit einander, indem sie sich zu Salzsäure vereinigen. Es hat hier der Stärkere den Schwächeren vertrieben.

Nun kommt das Entgegengesetzte. Man löst Glaubersalz auf und leitet Chlor hinein in die Auflösung; jetzt spielt dieses den Gewalthaber, es vertreibt die Schwefelsäure aus dem Salz, es verjagt den Sauerstoff aus dem Oxyd und nimmt die frühere, ihm ursprüngliche Stellung ein, es verbindet sich mit dem Natriummetall zu Chlornatrium, zu Kochsalz, womit das Experiment angefangen worden. Wir haben schon am Anfange dergleichen Beispiele angeführt, um zu zeigen, wie schwierig es sei, allgemein gültige Sätze aufzustellen, dieses Beispiel gehört ganz in jene Reihe, allein es hat noch eine andere Bedeutung für uns in diesem speciellen Falle, es führt nämlich auf eine leichte Weise zur Gewinnung der unterchlorigen Säure.

Indem Chlorgas in die Auflösung von Glaubersalz geleitet und dadurch dieses zersetzt, die Schwefelsäure abgeschieden, der Sauerstoff ver-

trieben wird, geht derselbe (der Sauerstoff) nicht zurück an das Wasser, woher er gekommen ist (denn es findet daselbst keinen freien Wasserstoff), sondern er verbindet sich mit einem andern Theile des zugeführten Chlors zu unterchloriger Säure.

Nun ist diese Säure aber, wie heftig auch in ihren sonstigen Wirkungen, doch als Säure sehr schwach; es ist wie mit einem Cavalleriepferd, das zwar seinen Reiter zur Schlacht tragen, aber den Erwartungen, es werde sein Geschlecht fortpflanzen, nicht entsprechen kann. Sie kann als Säure so wenig wirken in ihrer Sphäre wie jenes als Pferd in der seinigen und so deplacirt das Chlor zwar die Schwefelsäure, aber die unterchlorige Säure zersetzt sie nicht, verwandelt sie nicht, sondern läßt sie als Schwefelsäure neben sich bestehen, wie sie neben ihr besteht; auch von Seiten der Schwefelsäure findet keine Zersetzung der unterchlorigen Säure statt; denn jene verbindet sich mit einem nicht angegriffenen Theile des schwefelsauren Natrons zu doppelt schwefelsaurem Natron.

Die Auflösung enthält demnach doppelt schwefelsaures Natron, Chlornatrium, unterchlorige Säure und Wasser. Die beiden Salze sind gegen Pflanzenstoffe und Pflanzenfarben so indifferent wie das Wasser, die unterchlorige Säure aber wirkt äußerst lebhaft auf die Pflanzenfarben, welche sie zuerst zerstört, worauf sie auch die Stoffe zerstört, wenn sie nicht entfernt, ausgewaschen wird. Die unterchlorige Säure aus der Flüssigkeit selbst kann ausgeschieden werden durch Destillation, weil sie schon bei geringer Temperaturerhöhung sich verflüchtigt und durch Erkältung der Vorlage bis auf einige Grade unter dem Gefrierpunkt abgesondert erhalten werden kann.

Wenn man weiß, wie leicht Chlor darzustellen ist und wie gut es benutzbar ist als Bleichmittel, so entsteht billig die Frage: weshalb man denn immer erst Chlorkalk oder ein anderes Bleichsalz oder eine Bleichflüssigkeit bereitet, warum man denn nicht direct das Chlor anwendet; denn daß die unterchlorigsauren Salze und deren Lösungen eine größere Bleichkraft haben, wird durch die größere Schwierigkeit ihrer Bereitung ausgeglichen, wie es scheint. Allerdings, doch nur wie es scheint! denn in der That treten auf die Seite des Chlors so viele Nachtheile, auf die Seite der unterchlorigen Salze so viele Vortheile, daß der Schein sich alsbald verliert, so wie man die Sache näher ins Auge faßt.

Chlor muß immer vor dem Bleichen bereitet werden; Chlorkalk bekommt man käuflich — Chlor könnte auch fabrikmäßig bereitet werden, geschieht es doch um Chlorkalk zu gewinnen — aber der Kalk ist nur das Faß, der Ballon, in welchen das Chlor gefüllt wird, um es transportabel zu machen. Wollte man die Masse Chlor, welche in einem Dutzend

Centner Chlorkalk enthalten ist, als Gas transportiren, so würden zwar die Pferde wenig zu ziehen, aber die Thore nicht Raum haben, um diese Masse durchzulassen. Dazu ist das Chlor von übelster Wirkung auf die Gesundheit der Arbeiter und die Zerstreuung desselben unmöglich zu verhindern.

Auf ähnliche, wenn auch nicht ganz so unvortheilhafte Weise, verhält sich's mit den Auflösungen des Chlors in Wasser; auch hier entweicht Chlor in einer beschwerlichen, den Arbeitern schädlichen Menge und man kann dasselbe trotz seiner Auflöslichkeit in Wasser, bei weitem nicht so sehr zusammen drängen, wie es für den leichteren Transport wünschenswerth wäre, auch bewahrt Chlorwasser sich nicht so leicht auf als nöthig und es findet mithin, wie beim Chlor selbst, immer die Unbequemlichkeit statt, dasselbe sich zur Bleiche zu bereiten, also zu einer Bleichanstalt auch noch eine Chlorfabrik erbauen zu müssen, was nicht angenehm ist. Der Chlorkalk enthält dagegen in einem Kubikfuß Raum 20 Pfund Chlorgas. Zwar ist nur die Hälfte davon in unterchlorige Säure verwandelt, welche Bleichkraft hat, indessen die andere Hälfte eine Verbindung zu einem Chlorid eingegangen ist, welche nicht bleichend wirkt; allein es ist durch directe Versuche festgestellt, daß gerade die Hälfte der unterchlorigen Säure genügend ist, um so viel zu wirken, wie das ganze Chlorgas und so findet kein Verlust von Bleichkraft statt; im Gegentheil, da man auch das in dem Chlorid enthaltene Chlor noch befreien kann, so ist es als ob man dreißig Pfund in der angegebenen Masse hätte (der Verfasser nimmt an, daß ein Kubikfuß des Chlorkalks 100 Pfund wiege, was eher zu wenig ist als zu viel); die 10 Pfund Chlor in der unterchlorigen Säure wirken wie zwanzig Pfund und die 10 Pfund des Chlorids nach ihrer Befreiung, wie 10 Pfund, welches in Summa 30 Pfund gleichkommt.

Chlorige Säure. ClO_3.

Die nächste Oxydationsstufe, welche von dem Chlor bekannt geworden, ist die der chlorigen Säure, welche man aus einem, im Handel wohlbekannten Salz, dem chlorsauren Kali, erhält, wenn man dasselbe mit arseniger Säure mengt und dann mit Salpetersäure übergießt. Um dieses zu bewerkstelligen, verfährt man wie folgt:

Fig. 311 zeigt einen sehr kleinen Entwickelungsapparat aus einer

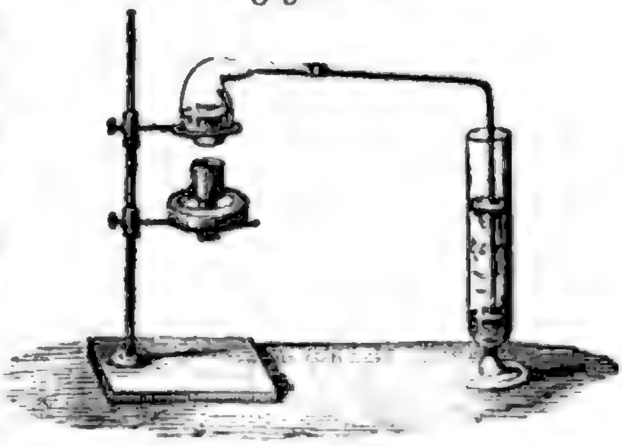
Medicinflasche mit einer gebogenen Glasröhre versehen, in einer kleinen Metallschale mit Wasser stehend; die darunter befindliche Berzeliuslampe dient zur erforderlichen Erwärmung, die jedoch 45 Grad nicht übersteigen darf. Die Gegenstände sind so klein zu wählen, weil das Gas zu Explosionen geneigt ist und man also der Gefahr dadurch aus dem Wege geht, daß man die zu erzeugenden Quantitäten so klein wie möglich hält. Das Entwickelungsrohr senkt man in eine Flasche und verfährt wie bei dem Chlor oder der unterchlorigen Säure, indem auch dieses Gas sehr viel schwerer ist als die atmosphärische Luft, unten in der Flasche lagert und die darüber stehende Luft nach und nach vertreibt.

Fig. 311.

Man mengt 3 Theile fein zerriebene arsenige Säure (gewöhnlicher weißer Arsenik, dieser ist die arsenige Säure) mit 4 Theilen eben so fein zerriebenen chlorsauren Kali; man mengt beide Pulver gut unter einander, rührt sie mit Wasser zu einem Teig und übergießt diesen mit sechs Theilen concentrirter Salpetersäure, welche man zuvor mit einem Drittheil ihres Gewichts Wasser verdünnt hat.

Dieses Gemenge wird in die Flasche oder den Kolben gethan, der ganz damit angefüllt werden muß. Schon bei der gelindesten Erwärmung, wie sie die Hand geben kann, schon bei 25° beginnt die Gasentwickelung und sie schreitet bei 30 — 40° rasch fort; doch darf sie niemals 45° überschreiten. Will man das Gas vollkommen trocken haben, so muß man dasselbe durch eine Röhre mit Chlorcalcium streichen lassen; will man dagegen eine Auflösung des Gases in Wasser haben, so richtet man den Apparat ein, wie Fig. 312 zeigt; man läßt das Gasleitungsrohr in einen Cylinder oder eine Flasche mit Wasser gehen; dieses absorbirt die gasförmige Säure sehr lebhaft in seinem fünf- bis sechsfachen Volumen.

Fig. 312.



Das Gas selbst hat eine grünlich gelbe Farbe; Pelouze giebt seine Dichtigkeit auf 2,646 an, es ist also über zwei und einhalb Mal so schwer als atmosphärische Luft, seine Beständigkeit ist noch nicht erforscht; man weiß nur, daß es bei einer Temperaturerniedrigung zu — 15° noch

nicht flüssig wird; dies will nun allerdings nicht viel sagen, manche Gase fordern — 70° und mehr als dieses, zudem selbst bei einer so niedrigen Temperatur wohl noch einen Druck von mehreren Atmosphären — deswegen also kann man das Gas noch nicht zu den beständigen rechnen, wie Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff.

Die übrigen Eigenschaften sind denen des Chlors sehr ähnlich, Geruch, erstickende Wirkung auf die Athemwerkzeuge, Entfärben des Lackmus und der Indigotinktur ꝛc.; ihre färbende Eigenschaft dem Wasser gegenüber ist aber viel stärker als die des Chlors, denn wenige Blasen reichen schon hin, ein ganzes Quart Wasser gelb zu färben, im halb gesättigten Zustande färbt sie das Wasser schön goldgelb, ganz damit gesättigt, wird es tief grüngelb. Die Wirkung auf die Haut ist nicht so bösartig, wie die der unterchlorigen Säure, doch wird ihr Gewebe auch zerstört und braun gefärbt.

Mit den meisten der nicht metallischen Elemente geht die chlorige Säure in Gasgestalt Verbindungen ein, welches aber so heftig und so schnell geschieht, daß immer Detonationen die Begleiter dieser Verbindungen sind; so mit Schwefel, Tellur, Selén, Phosphor, Arsen; nicht so mit Jod, welches die Säure absorbirt, was auch durch das Quecksilber geschieht und zwar gänzlich ohne Rückstand. Die andern Metalle wirken auf die gasförmige Säure nur äußerst langsam oder gar nicht; die Auflösung in Wasser bewirkt solche Verbindungen allerdings, doch immer höchst langsam, wodurch sich diese Säure geradezu vor allen anderen auszeichnet; denn falls man z. B. zu einer Auflösung von Baryt nur einen Tropfen Schwefelsäure bringt, so entsteht sofort die Verbindung des Baryts mit der Schwefelsäure; das Wasser trübt sich und der Schwerspath sinkt zu Boden, bringt man dagegen eine wäßrige Lösung der chlorigen Säure zu einer Kalilauge, so läßt sich nachweisen, daß nach einer ganzen Stunde noch die Verbindung nicht vollständig vor sich gegangen ist, denn bis dahin wirkt die Mischung immer noch wie reine Kalilauge; erst nach und nach tritt eine solche Vereinigung ein, daß ein neuer Körper, chlorigsaures Kali gebildet wird, nur die entfärbende Wirkung zeigt sich sogleich.

In der Technik ist die Säure noch nicht angewendet worden.

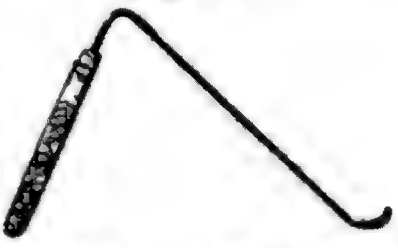
Unterchlorsäure. ClO_4.

Diese Verbindung des Chlors mit dem Sauerstoff ist schon in dem ersten Decennium dieses Jahrhunderts entdeckt worden; allein der bekannte engländische Chemiker Chenevix war nicht im Stande dieselbe so weit isolirt darzustellen, daß sie hätte untersucht werden können; denn bei ihrer außerordentlichen Neigung zu Explosionen, worin sie die unterchlorige Säure noch übertrifft, gelang es Chenevix, nur das Erscheinen des gelben Gases bei der Destillation von chlorsaurem Kali mit Schwefelsäure, nicht aber seine vollständige Absonderung zu erlangen, indem die Gefäße immer vorher zertrümmert wurden und da er mehrmals nicht unbedeutende Beschädigungen erlitt, ließ er die Sache ruhen.

Humphry Davy, welcher von seiner Anstellung als Laborant der Pneumatic Society in Bristol eine große Vorliebe für die Erzeugung und Untersuchung aller möglichen Gasarten hatte, nahm im Jahr 1813 die Versuche auf, gleichzeitig mit ihm Graf Stadion und beide gelangten durch Vorsicht in ihren Arbeiten dahin, die Unterchlorsäure darzustellen; allein immer noch gehören die Arbeiten damit und mit seiner Darstellung zu den gefährlichsten in dem ganzen Gebiet der Chemie und sie werden von denen mit Chlorstickstoff oder Knallquecksilber 2c. nicht an Gefährlichkeit übertroffen.

Davy bereitete diese Verbindung, indem er ein Achtel oder höchstens ein Sechstel Loth chlorsaures Kali mit concentrirter Schwefelsäure in so geringer Menge beträufelte, daß daraus eine feste Masse entstand, welche eine lebhafte, hochgelbe Farbe hat. Diese wurde in eine Retorte gebracht und bei einer höchst gelinden Erwärmung destillirt. Am Besten thut man, wenn man eine zugeschmolzene Glasröhre, Fig. 313, nimmt, statt der Retorte oder des Kolbens (der immer noch zweckmäßiger ist, als die Retorte) dazu muß man eine gläserne gebogene Gasentwickelungsröhre von sehr kleinem Durchmesser haben. Bei der Erwärmung entwickelt sich das unterchlorsaure Gas sofort und man fängt es in trocknen leeren Flaschen auf, indem man, wie bei allen Chlorgaspräparaten, das Ende der Entwickelungsröhre bis an den Boden der Flasche führt, woraus das Gas die atmosphärische Luft austreibt. Die Gläser müssen jedoch klein sein, weil größere Massen des Gases bei Explosionen sehr zerstörende Wirkungen äußern.

Fig. 313.



Pelouze giebt nach Millons Erfahrungen als die beste Methode

folgende an: In 100 Grammes concentrirte Schwefelsäure, welche in einem kleinen Platinkessel (100 Gramme ist nicht viel, ungefähr 6½ Loth) und mit diesem in einer Kältemischung von wenigstens — 20° steht, trägt man nach und nach in sehr kleinen Portionen nahezu 20 Gramme chlorsaures Kali (Millon giebt 40 Gramme an; dies ist jedoch viel zu viel, unter solchen Umständen explodirt das flüssige Gemenge gewöhnlich kurz nach seiner Herstellung), bis die Schwefelsäure eine dicköllige Consistenz annimmt. Jedes Mal muß man das Gemengsel umrühren, bis das pulverisirte Salz aufgelöst ist.

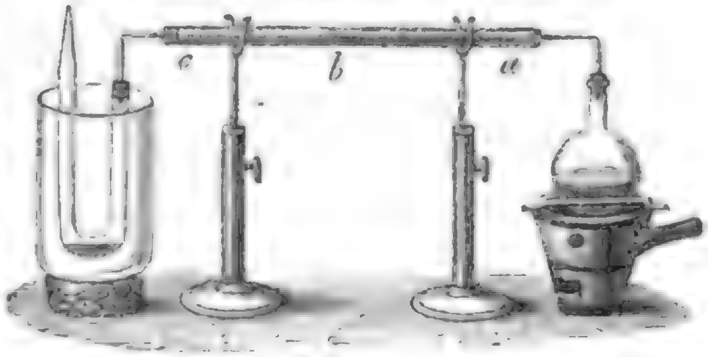
Fig. 314.

Die Flüssigkeit wird nach und nach prächtig blutroth und ist nunmehr zur Destillation geeignet; diese wird in einer Glasröhre vorgenommen, deren unteres Ende zugeschmolzen ist, wie Fig. 314 zeigt und dann wird dieselbe mit einem gut passenden Kork und einer Gasentwickelungsröhre versehen in ein Marienbad gesetzt und durch eine Berzeliuslampe langsam und höchstens bis zu 30° erwärmt. Das Gas entwickelt sich aus dieser Auflösung schnell und wird, wie vorhin angeführt, in trocknen Flaschen aufgefangen, kann aber auch von Wasser absorbirt werden. Sehr wichtig ist, daß die Mündung, in welche der Kork gebracht wird, ganz rein von der Mischung gehalten, weil, wenn nur ein Tröpfchen an derselben haftet, der eingedrückte Kork eine Explosion verursacht, welche in doppelter Wirkung unheilvoll sein kann, da das Glas zerschmettert wird und die haltende Hand verwundet, die ausfließende Säure aber zugleich von bösartiger Wirkung ist. Man thut überdies unter allen Umständen wohl, die Glasgefäße, in denen diese Substanzen befindlich, mit Tüchern zu bedecken, damit die Glasstücke nicht weit fliegen können; auch ist zu empfehlen, die Gewichte Gramme in Gran zu verwandeln, denn dieses ist siebzehnmal weniger als jenes, die Gefahr ist also siebzehnmal so gering.

Nach Jaquelins Verfahren, welches das neueste ist, vermeidet man die concentrirte Schwefelsäure, wodurch die Gefahr bei der Verfertigung oder Entwickelung des Gases ganz beseitigt ist. Man bringt in einen Kolben Fig. 315 das chlorsaure Kali und gießt zur Hälfte mit Wasser verdünnte Schwefelsäure darauf, führt das gut schließend eingepaßte Entwickelungsrohr in eine weitere Röhre mit Chlorcalcium, welches die Wasserdämpfe absorbirt und läßt das hier hindurch gegangene Gas entweder in eine leere Flasche oder in Wasser (in diesem Falle ist das

Trocknen überflüssig) oder endlich in eine U förmig gebogene Röhre treten, welche in einer stark erkältenden Mischung steht; hier verdichtet sich das getrocknete Gas sogleich zu einer rothen Flüssigkeit.

Fig. 315.



Diese ist die Unterchlorsäure, eine höchst gefährliche Substanz; daher man sehr wohl thut, die auffangenden Gefäße häufig zu wechseln, damit immer nur geringe Mengen dieses Stoffs darin enthalten sind.

Die Unterchlorsäure ist eine Flüssigkeit von einer tief dunkelrothen Farbe, von einem chlorähnlichen, aber abscheulichen, unerträglichen Geruch, von adstringirendem, fressenden Geschmack. Die flüssige Säure siedet schon bei 20° und bei jeder höheren Temperatur ist sie zu Explosionen geneigt. Das Gas, der Dampf, den sie entwickelt, die gasförmige Säure, ist dunkel stahlgrau von Farbe, besitzt den üblen und erstickenden Geruch in noch viel höherem Grade als die flüssige Säure. Durch Erwärmung allein explodirt das Gas nicht bei weniger als 55°, sicher bei 60°, allein andre Ursachen zur Detonation sind unzählige; eine große Menge trockner organischer Substanzen im zerkleinerten, gepulverten Zustande, ferner Schwefel, Phosphor &c. bringen dasselbe zu heftigen Explosionen, mit Phosphor aber läßt sich nach Otto's Angabe das Experiment leicht und gefahrlos in folgender Art zeigen. In ein tiefes Kelchglas mit Wasser schüttet man ein paar Drachmen chlorsaures Kali, zu welchem man nunmehr durch einen Trichter mit langer, feiner Röhre oder durch eine Pipette, concentrirte Schwefelsäure treten läßt. Dieselbe wird dadurch verdünnt in dem erforderlichen Grade, daß sie auf das ganz nasse Salz kommt und auch selbst durch das Wasser streicht und mit demselben rings in Berührung ist.

Die Entwickelung der Säure beginnt sogleich und sie färbt auch gleich das Wasser über ihrem Entstehungsorte gelb. Nunmehr wirft man ein kleines Stückchen Phosphor in das Wasser, welches sofort von den aufsteigenden Gasblasen in Anspruch genommen wird; in der Berührung mit demselben entzünden sie sich unter Wasser und geben eine so eigenthümliche als sehr schöne Erscheinung, welche ganz gefahrlos ist, da die Gasmenge, welche auf einmal entzündet wird, immer äußerst gering ist.

Das Gas löst sich im Wasser sehr leicht auf, dasselbe ist im Stande das Zwanzigfache seines Volumens aufzunehmen; Pelouze sagt bei 4°, Millon sagt bei 40°; da es aber nicht selten schon bei 20° explodirt,

so ist die Zahl 40 wahrscheinlich ein Druckfehler. Ist die Temperatur des Wassers geringer als 4°, so bewirkt die Absorption der Unterchlorsäure Erstarrung der Flüssigkeit, wie die reine, flüssige Unterchlorsäure ohne Beimischung des Wassers auch erstarrt zu einer krystallinischen, leicht zerreiblichen Masse von schöner, gelblich hochrother Farbe; allein dies geschieht freilich nur bei einer Temperatur, wie sie durch feste Kohlensäure, die mit Aether übergossen wird, erzeugt werden kann, also bei einer Temperatur von wenigstens —80°.

Im gasförmigen Zustande hat diese Säure ein specifisches Gewicht von 2,35; in diesem Zustande ist sie nur im Finstern zu erhalten, im Lichte und besonders in den Sonnenstrahlen zersetzt sie sich in Chlor und in Sauerstoff.

Ein interessantes Experiment läßt sich mit den Materialien der Entwickelung dieses Gases machen, welches die Wirkung der Feuerzeuge veranschaulicht, zu denen wir eine Flasche mit Schwefelsäure brauchen. Wenn man nämlich chlorsaures Kali sehr fein zerreibt, dasselbe mit weißem Zucker thut (jedes einzeln), dann die beiden Pulver mit den Fingern genau und sorgfältig mengt, verreibt (doch nicht im Mörser, weil daraus leicht eine Detonation hervorgeht) und nun auf die Mengung einen Tropfen Schwefelsäure bringt, so entsteht sofort eine lebhafte Verbrennung, wobei das entwickelte Gas von Unterchlorsäure den Zucker entzündet und dieser durch sein Verbrennen wieder den Sauerstoff des chlorsauren Kalis befreit und dadurch die Verbrennung um so lebhafter macht. Wir haben hier ganz denselben Vorgang wie bei den sonst so beliebten Feuerzeugen, deren Zündmasse nicht wie bei den jetzigen hauptsächlich aus Phosphor, sondern aus chlorsaurem Kali bestand und welche dadurch entzündet wurden, daß man sie mit concentrirter (nordhäuser) Schwefelsäure in Berührung brachte, was durch Vermittelung eines mineralischen Schwammes, des Asbest, geschah.

Chlorsäure. ClO_5.

Der Name Chlorsäure wird von dem Laien in der Chemie, der etwas von den wissenschaftlichen Bezeichnungen der Salzsäure gehört hat, häufig für Chlorwasserstoffsäure gebraucht; wir wollen unsere freundlichen Leser zuvörderst darauf aufmerksam machen, daß diese beiden Benennungen etwas durchaus Verschiedenes bezeichnen, daß Chlorsäure und

Chlorwasserstoffsäure nicht einerlei sind, daß das Letztere die Salzsäure ganz richtig bezeichnet, welche eine Wasserstoffsäure ist, daß Chlorsäure aber eine Sauerstoffsäure sei, mit jener Wasserstoffsäure nur in sofern verwandt, als die Basis oder das Radical, d. h. die Grundlage derselben in beiden Fällen die nämliche — Chlor — ist.

Isolirt kann diese Säure nicht dargestellt werden; man findet sie verbunden mit Basen zu Salzen oder mit Wasser zu einem Hydrat. Die Entdeckung derselben gebührt nicht Gay Lussac, wie Pelouze angiebt, sondern Bertholet, welcher zuerst das chlorsaure Kali darstellte, indem er zu einer Auflösung von Aetzkali Chlor treten ließ. Chlor nannte man damals oxydirte Salzsäure; dieses Chlor wurde durch den Sauerstoff des Kalis nochmals oxydirt, die oxydirte Salzsäure (Chlorsäure) und das damit gebildete Salz hieß, den damaligen Ansichten gemäß „überoxydirt salzsaures Kali“.

Diese Säure abzuscheiden und mit Wasser verbunden darzustellen, gelang Gay Lussac und da indessen die Chlortheorie auch ausgebildet und befestigt worden war, nannte er sie Chlorinsäure, was die neuere Zeit in Chlorsäure verkürzt hat.

Man muß zuerst chlorsaure Salze bilden und dann die Säure von ihren Salzen trennen; dies geschieht zuerst auf dem Wege, welchen Bertholet vorschlug. Man leitet einen Strom Chlorgas in eine concentrirte Auflösung von Aetzkali. Auch kohlensaures Kali darf man unbeschadet des Erfolges anwenden; es entweicht Kohlensäure gasförmig, allein die Art der Bildung läßt sich besser veranschaulichen, wenn man die überflüssigen Elemente nicht in Rechnung zu ziehen braucht.

Durch die Verbindung des Chlors mit dem Kali entsteht zuerst ein unterchloriges Salz, demzufolge auch die Flüssigkeit anfangs bleichend wirkt nach und nach und zwar vorzugsweise unter dem Einfluß etwas erhöheter Temperatur, schreitet die beabsichtigte Verbindung vor und man erhält eine Auflösung von viel Chlorkalium und wenig chlorsaurem Kali.

Sechs Bildungsantheile Kali und 6 Theile Chlor zersetzen und vereinigen sich auf folgende Weise:

6 Kali	6 Sauerstoff	5 Sauerstoff			
		1 Sauerstoff	Kali .	. . . Kali	Chlorsaures Kali.
	6 Kalium	1 Kalium			
		5 Kalium	Chlor Kalium		
6 Chlor		5 Chlor			
		1 Chlor		Chlorsäure	

Von den sechs Aequivalenten Kali bleibt nur eins unzersetzt; von den fünf übrigen tritt das Kalium mit fünf Chlor zu einem neuen Körper, dem Chlorkalium zusammen, vereinigt sich ferner der Sauerstoff in seinen fünf ausgeschiedenen Antheilen mit dem einen übrig bleibenden Chlor zu Chlorsäure und diese Chlorsäure mit dem Kali bildet das chlorsaure Kali, welches darzustellen der Zweck der Operation war.

Beide Salze, das eben genannte und das Chlorkalium, sind neben einander in dem Wasser aufgelöst; sie können aber leicht geschieden werden, indem das chlorsaure Kali schwerer löslich ist als Chlorkalium und sich bei langsamer Erkältung der Lösung in glänzenden, tafelförmigen Krystallen ausscheidet, welche man aus der Flüssigkeit entfernt, abspült und durch nochmalige Auflösung und Krystallisirung vollkommen rein erhalten kann.

Die Darstellung der Chlorsäure ist sehr mühsam und complicirt, wenn man sie, wie es eigentlich nicht anders geschehen kann, als aus dem chlorsauren Kali darzustellen, betrachtet. Man bereitet sich eine sehr concentrirte, heiß angestellte Lösung des gedachten Salzes, bringt Kieselfluorwasserstoff in geringer Menge dazu, bis sich kein Niederschlag mehr bildet und scheidet diesen von der Flüssigkeit durch das Filtrum. Die Flüssigkeit sollte eigentlich nur die Chlorsäure mit Wasser enthalten; allein da man die Kieselfluorsäure stets im Ueberschuß zusetzen muß, weil ihre Verbindung mit dem Kali gallertartig und durchsichtig ist, man also nicht im Stande ist, den Zeitpunkt wahrzunehmen, in welchem das Salz grade vollständig zersetzt ist, diese Zersetzung jedoch vollendet werden muß, weil sonst die Flüssigkeit noch unzersetztes Salz aufgelöst enthalten würde, so bleibt nun nichts andres übrig, als die beiden Säuren durch eine Basis, welche man ihnen darbietet, zu trennen; dieses geschieht durch Baryt, welchen man aufgelöst der Flüssigkeit bis zur Sättigung derselben zusetzt. Mit der Kieselflußsäure bildet der Baryt ein unlösliches Salz, welches zu Boden sinkt, indessen der chlorsaure Baryt im Gegentheil höchst löslich, in der Flüssigkeit bleibt. Nachdem man diese Lösung von dem unlöslichen Salz getrennt hat, ist man erst soweit zur Gewinnung der Chlorsäure schreiten zu können. Man bietet dem aufgelösten Baryt nämlich eine Säure, mit welcher er sich lieber verbindet als mit der Chlorsäure und mit welcher ferner er ein unlösliches Salz giebt; beide Bedingungen erfüllt die Schwefelsäure; von dieser setzt man kleine Mengen zu, bis keine Trübung mehr erfolgt; allein hier muß man sehr behutsam sein und die letzten Quantitäten nur tropfenweise geben, so daß zwar aller Baryt als schwefelsaures Salz ausgeschieden ist, aber auch kein Tropfen Schwefelsäure im Ueberschuß vorhanden.

Nunmehr ist endlich die verwickelte Operation beendet; in der Lösung

ist nichts weiter als Wasser und Chlorsäure; es bleibt nichts übrig, als die Lösung durch gelinde Erwärmung zu concentriren, man muß in dem Augenblick damit aufhören, wo die klare, farblose Flüssigkeit beginnt, sich gelb zu färben, dann hat sie den Grad von Concentration erreicht, über welche hinaus Zersetzung der Säure erfolgt.

Meine Leser sehen wohl, daß die Darstellung der Chlorsäure in nichts anderem besteht, als in der Entfernung des Baryts aus der Lösung des chlorsauren Baryts; dieses vereinfacht das ganze Verfahren und man macht es auch gegenwärtig gar nicht anders; man löst chlorsauren Baryt auf und scheidet den Baryt aus der Lösung durch Schwefelsäure aus; allein chlorsaurer Baryt muß doch erst da sein und dieser wird auf die angegebene Weise dargestellt; wir konnten mithin das Ende der Operation nicht angeben, bevor wir nicht den Weg gezeigt hatten, um zu demselben zu gelangen; käuflich ist der chlorsaure Baryt nicht überall zu haben, weil ihm die ausgebreitete technische Anwendung fehlt, welche ihn zum Gegenstande fabrikmäßiger Darstellung machen könnte.

Die concentrirte Säure hat einige sehr merkwürdige Eigenschaften. Sie ist farblos, zeigt keinen bemerkbaren Geruch, wohl aber einen stark sauren Geschmack, starkes Erwärmen kann sie nicht ertragen, schon bei 40° zersetzt sie sich. In einer Retorte erhitzt, giebt sie anfangs Wasser, dann Sauerstoffgas und Chlorgas und neben diesem eine höhere Oxydationsstufe des Chlors, nämlich die Ueberchlorsäure. Das Lackmuspapier wird von dieser Säure anfangs geröthet, dann wird die Farbe zerstört. Benetzt man Papier mit concentrirter Chlorsäure, so entzündet sich dasselbe nach dem Trockenwerden; dasselbe geschieht mit Leinwand oder anderen Geweben von Pflanzenfasern; es geschieht jedesmal, wenn man die benetzt gewesene Leinwand nach dem Trocknen gelinde erwärmt. Die Säure ist eins der kräftigsten Oxydationsmittel; alle Körper, die einer höheren Oxydation fähig sind, werden, wenn damit in Verbindung gebracht, stärker oxydirt; dieses will eigentlich nur sagen, daß die Verbindung zwischen dem Sauerstoff und dem Chlor ziemlich locker ist und daß mithin das Band leicht gelöst wird durch Hinzufügung anderer Substanzen, welche sich nun des frei gewordenen Sauerstoffes im Entstehungsmoment bemächtigen.

Die Chlorsäure bildet viele verschiedene Salze, welche alle im Wasser löslich sind. Das Kalisalz (chlorsaures Kali) ist das am allgemeinsten angewendete; obschon es unter den chlorsauren Salzen am schwersten löslich ist, so steht dennoch seiner Löslichkeit überhaupt nichts im Wege; einige der Salze sind sogar so begierig nach Wasser, daß sie dasselbe aus der Luft anziehen und damit zerfließen.

Die Chlorsäure hat die Eigenschaft, ihren Salzen eine gefährliche

Detonationsfähigkeit zu geben; man muß daher mit ihnen sehr behutsam umgehn, besonders das Zusammenreiben mit brennbaren Körpern vermeiden; wenn z. B. chlorsaures Kali mit Schwefel zusammen gerieben wird, entsteht immer eine Detonation, welche den Mörser zersprengt und sehr leicht den Experimentator verwunden kann. Viel Unglück geschah damit am Anfange der Zündhölzchenperiode, bis man lernte beide Substanzen einzeln pulverisiren und dann unter Zusatz von Gummi oder Zucker und Wasser vereinigen. So auch geschieht es jetzt mit den Streichzündhölzchen, bei denen Phosphor mit chlorsaurem Kali vereinigt werden muß. Die Reibung und chemische Wirksamkeit bewirken Entzündung der chlorsauren Salze, so ein Tropfen nordhäuser Schwefelsäure, der auf Chlorkalium und Zuckerpulver fällt, grade wie ein Schlag es thun würde. Das Salz brennt mit der Kohle des Zuckers vereinigt ab mit heller lebhafter Flamme.

Die Chlorsäure selbst ist nicht von technischem Nutzen, die chlorsauren Salze werden aber, namentlich das Kalisalz, in ungeheurer Menge verwendet zu den verschiedenen Zündhölzchen, in der Feuerwerkerei zu gefärbten Flammen, in dem Laboratorium zur Darstellung des Sauerstoffes.

Ueberchlorsäure. ClO_7.

Diese bei Weitem beständigste Sauerstoffverbindung des Chlors wird auf die leichteste Weise dargestellt, wenn man eine niedrigere Oxydationsstufe des Chlors, z. B. die chlorige Säure (ClO_3) den Sonnenstrahlen aussetzt. Es findet eine Verwandlung in zwei Säuren statt, davon eine niedriger, die andere höher oxydirt ist als die chlorige Säure war. Wenn man z. B. drei Theile chlorige Säure so behandelt, so erhält man nach einiger Zeit zwei Theile unterchlorige Säure (ClO) und einen Theil Ueberchlorsäure (ClO_7), indem die von den beiden Antheilen chloriger Säure frei gewordenen Antheile Sauerstoff (2mal 2 Antheile) mit dem dritten Theil der chlorigen Säure die höheren Oxydationsstufen bilden ($ClO_3 + {}_4 = ClO_7$).

Auch aus dem überchlorsauren Kali stellt man diese Säure dar; allein man hat da denselben Weg zu machen, welcher vorhin bei Darstellung der Chlorsäure aus chlorsaurem Baryt angegeben wurde; man muß sich nämlich wie dort zuvörderst den chlorsauren Baryt, so hier das überchlorsaure

Kali bereiten; es wird trotz des oben bezeichneten leichteren Weges doch nöthig sein, auch diesen anzuführen, indem die aus jenem zu gewinnende Ausbeute nur sehr gering ist.

Regnault theilt nach den Arbeiten von Serulas die Darstellung sehr genau mit. Jeder Chemiker weiß, daß die Darstellung des Sauerstoffes aus chlorsaurem Kali die ergiebigste ist, daß es jedoch nöthig wird, dem Salze Braunstein oder Kupferoxyd zuzusetzen, weil es sonst schmilzt, zäheflüssig wird, Blasen bildet, welche sich vom Boden der Retorte erheben, diesen also ohne innere Bedeckung lassen, wodurch er glühend werden kann, sich dann vermöge des sich entwickelnden Gases ausdehnt und die Operaration so unterbrochen, die Retorte zerstört wird.

Serulas hat kein Kupferoxyd genommen, sondern die Operation der Gasentwickelung ohne Zusatz betrieben, das rückständig bleibende Salz aber untersucht und gefunden, daß es zum größten Theile aus überchlorsaurem Kali und nebenbei aus Chlorkalium bestehe.

Hierauf stützt sich die Bereitung und Gewinnung des überchlorsauren Kali, von dem man nachher die Ueberchlorsäure trennt.

Aus reinem chlorsauren Kali entwickelt man so lange Sauerstoff, bis das Salz schmilzt, noch immer entwickelt sich Sauerstoff in Menge; nun aber wird die Ausbeute geringer und die Masse hört auf zu kochen, sie wird zähe und dehnt sich in großen Blasen aus, welche platzen und langsam wieder zusammen fallen. Nunmehr entfernt man die Retorte vom Feuer und erkältet sie; darauf wird das darin enthaltene Doppelsalz fein zerstoßen und mit kaltem Wasser ausgewaschen, welches alles Chlorkalium als leicht löslich aufnimmt und das im kalten Wasser sehr schwer lösliche überchlorsaure Kali ungelöst zurück läßt.

Man kann auch beide Salze in kochendem Wasser auflösen; beim Erkalten wird dann das überchlorsaure Kali sich in Krystallen ausscheiden und das Chlorkalium wird in der Lösung zurückbleiben.

Nunmehr haben wir das überchlorsaure Kali. Jetzt kommt es darauf an, die Chlorsäure vom Kali zu trennen; dies geschieht genau auf dieselbe Weise, wie vorhin bei der Darstellung der Chlorsäure beschrieben; das Salz wird mit Kieselflußsäure in der Siedhitze gelöst, wodurch sich Fluorkieselkalium bildet, das man nach dem Erkalten durch das Filtrum von der Flüssigkeit trennt. Diese enthält die Ueberchlorsäure, verunreinigt durch etwas Flußsäure; man kocht die Flüssigkeit ein, um sie zu concentriren und um die Flußsäure fortzuschaffen, setzt man der Lösung etwas fein gepulverte Kieselsäure (Kieselerde, Bergkrystall) zu, wodurch sich Fluorkiesel bildet und als Gas fortgeht.

Man bringt nunmehr die Flüssigkeit, welche nur durch Wasser ver-

dünnte Ueberchlorsäure ist, in eine Retorte und erwärmt dieselbe im Sandbade langsam und nicht über 100 Grad, indessen die Vorlage, wie die Fig. 316 zeigt, in doppelter Art gekühlt ist, so daß nämlich ein Kühlrohr in Anwendung kommt, die Vorlage selbst aber wenigstens in Schnee steht. Bei diesem Verfahren geht zuerst beinahe nur Wasser über; sobald aber dieses einige Zeit gewährt hat, wechselt man die Vorlagen, um zu sehen, ob schon Säure übergeht; diese ist anfangs immer verdünnt und man wird den Wechsel der Vorlage wiederholen müssen. Nunmehr steigert man auch die Temperatur und von da, wo sie 145 bis 150 Grad erreicht, steigt die Concentration der Säure immer mehr, bis man bei 200° ganz concentrirte Säure erhält. Hierdurch allein schon unterscheidet sie sich sehr wesentlich von der Chlorsäure, welche sich nicht destilliren läßt.

Fig. 316.

Die Flüssigkeit hat ein specifisches Gewicht von 1,65; sie ist ohne Farbe und ohne Geschmack, ist zwar wasserklar, aber viel schwerflüssiger und unterscheidet sich auch schon dadurch beim ersten Anblick, daß sie etwas raucht, weiße Dämpfe an die Luft ausstößt; ihr Geschmack ist sehr stark sauer. Diese Säure des Chlors ist äußerst beständig, Schwefelsäure und Salzsäure zersetzen sie nicht; mit Wasser verdünnt, löst sie Zink und Eisen unter Wasserstoffgasentwickelung auf; sie entzündet nicht Papier und andere Pflanzengewebe und zerstört auch nicht die Farbe des Lackmus, wie die Chlorsäure.

Krystallinisch erhält man dieselbe, wenn man die flüssige Säure mit dem Vierfachen von Schwefelsäure mischt und dann der Destillation unterwirft, so entsteht zwar eine Zersetzung eines großen Theiles der Säure, allein etwas geht davon als Destillat über und die erste Portion hiervon krystallisirt in der Vorlage zu langen, vierseitigen Nadeln, welche

aus einer Mischung zweier verschiedener Hydrate dieser Säure bestehen; sie sind begierig nach Feuchtigkeit wie die concentrirte Schwefelsäure, zischen wie diese, wenn man sie in das Wasser wirft, zerfließen mit der Feuchtigkeit der Luft, sind aber trocken auch schmelzbar und zwar schon bei 45° C.

Chlorochlorige Säure. Cl_3O_{13}.

Als im Anfange dieses Jahrhunderts die berühmtesten Chemiker sich mit dem Chlor beschäftigten, um eine klare Ansicht über diesen Körper zu gewinnen, welcher sich bisher gegen die Anwendung der früheren theoretischen Ansichten gesträubt hatte, war Davy einer der eifrigsten und glücklichsten Arbeiter auf diesem Felde.

Eines der vielen zur Erforschung der Eigenschaften des Chlors angestellten Experimente war das Uebergießen von chlorsaurem Kali mit Salzsäure, die zur Hälfte verdünnt war. Gelindes Erwärmen dieser Mischung im Wasserbade entwickelte daraus ein Gas, welches Davy anfangs für Chlor hielt; da dasselbe jedoch einen ganz anderen Geruch, dem des gebrannten Zuckers ähnlich und eine viel lebhaftere gelbe Farbe hatte, so erkannte Davy es als einen neuen Körper, den er Euchlorine nannte.

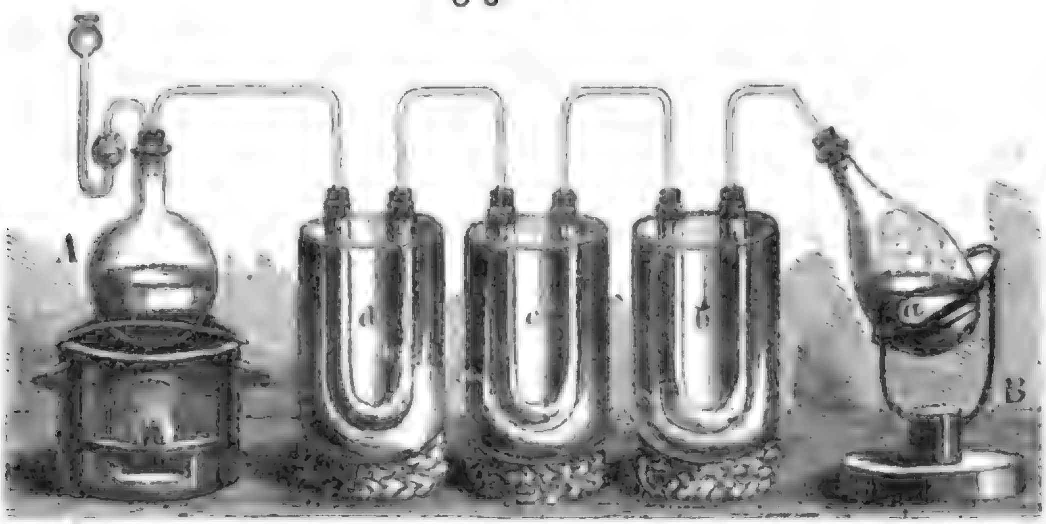
Das Gas war eine höchst gefährliche Substanz, welche schon bei der Wärme der Hand explodirte, durch Wachs, Phosphor rc. gleichfalls unter Explosion in Chlor und Sauerstoff zersetzt wurde. Vom Wasser wurde es bis zum zehnfachen Volumen desselben aufgenommen, dabei aber immer Chlor abgeschieden; deshalb hielt man das Gas für ein Gemenge von Chloroxyd (dasjenige, was wir jetzt Unterchlorsäure nennen ClO_4) und Chlor; allein die neuere Zeit hat eine andere Ansicht von der Sache gegeben.

Man hatte das Gas bisher nur in seinem gewöhnlichen Zustande in Flaschen oder Kolben und in ziemlich großen Quantitäten aufgefangen und sich fürchten müssen, damit Versuche anzustellen, weil es so leicht explodirte. Millon setzte die Versuche fort, aber mit kleinen Quantitäten und mit Apparaten, welche eine beliebige Temperaturerniedrigung gestatten.

Fig. 317 giebt uns die bequeme Zusammenstellung, welcher Millon sich bediente. a ist ein kleiner Kolben zur Aufnahme des chlorsauren

Kalisalzes und der Salzsäure, welche man in dem Verhältniß von 2 zu 1 gegen das Kali anwendet. Der Apparat steht in einem Drahtgestelle über einer Gaslampe oder einer Spirituslampe, welche man entfernen oder auch mit dem Kolben in Berührung bringen und deshalb das Wasserbad weglassen kann.

Fig. 317.



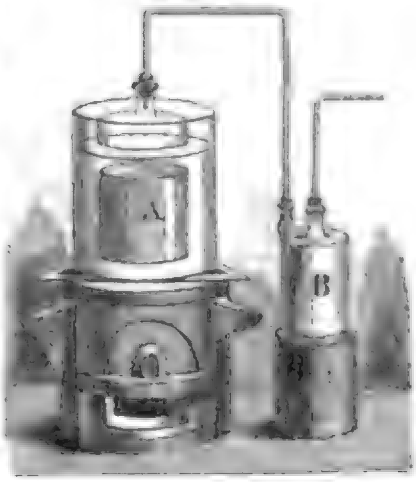
Mit der Mündung des Kolbens ist eine Uförmig gebogene Röhre d vereinigt, welche in einem Gefäß mit Wasser steht, das durch ein paar Stücke Eis auf 0° erhalten wird. Diese Röhre steht durch ein dünneres Glasrohr auf die bekannte Weise mit einer zweiten Uförmigen Röhre c in Verbindung, die jedoch nicht blos in kaltem Wasser, sondern in einer Kältemischung von 18 Grad unter Null steht. Noch eine dritte Röhre b ist auf dieselbe Weise mit der zweiten vereinigt und auch auf eine Temperatur von — 18° herab gebracht.

Die Destillation wird nun mit der kleinstmöglichen Flamme, mit der gelindesten Erwärmung begonnen; die Temperatur des Gemisches aus chlorsaurem Kali und Chlorwasserstoffsäure darf nicht 45 Grad übersteigen, es bilden sich bei diesem Verfahren Dämpfe, welche sich in den erkalteten Röhren niederschlagen; in der ersten, welche nur die Temperatur des aufthauenden Eises hat, zeigt sich Salzsäure, in den beiden folgenden condensirte sich eine tief rothe Flüssigkeit, welche äußerlich die auffallendste Aehnlichkeit mit der Unterchlorsäure hatte — aus der letzten offenen Röhre entwich nur Chlor; die bei der Destillation sich entwickelnden Dämpfe waren also dreifach zusammengesetzt. Die rothe Flüssigkeit ist nun die Chlorochlorsäure (welche Berzelius zweifach chlorsaure chlorige Säure nannte) und ist erkannt worden als ein wirklich neuer Körper, als eine besondere Oxydationsstufe des Chlors. Sie und die

Chlorüberchlorsäure. Cl_3O_{17}

hat noch keine Anwendung irgend einer Art in der Technik gefunden. Diese letztere ward so wie die vorige von Millon entdeckt (ausgeschieden, isolirt dargestellt); sie wird aus der gasförmigen chlorigen Säure durch die Einwirkung des Lichtes gebildet. Man stellt eine Flasche A mit der ganz trocknen chlorigen Säure in ein großes Gefäß mit Wasser, welches dieselbe bis nahe an den Hals umgiebt und stellt beides in die Sonne. Man bringt in dem Stöpsel, der wo möglich von Speckstein ist, gern ein Glasrohr an, welches in eine nebenbeistehende tubulirte Flasche B führt, um etwaiger Gasentwickelung Raum zu geben.

Fig. 318.



Das große Wassergefäß steht auf einem Ofen; wenn man das Experiment im Sommer macht, wird derselbe nicht nöthig sein; wird es aber an einem heitern, sonnigen Winter- oder Frühlingstage gemacht, wo bei allem Sonnenschein die Temperatur der Luft doch nicht viel über Null steigt, wird man wenigstens einige Kohlen oder eine mäßig wirkende Lampe in den Ofen bringen müssen, denn die Temperatur des Wassers muß 18 bis 20° betragen (höher aber auch nicht).

Unter diesen Umständen verwandelt sich die chlorige Säure in eine Flüssigkeit von röthlich brauner Farbe, welche sich zuerst als Thau, dann wirklich fließend an den Wänden der Flasche niederschlägt und zu Boden fällt. Das Licht hat hierbei die Wirkung, daß es einen Theil des Chlors abscheidet, worauf das nicht abgeschiedene mit dem ganzen Sauerstoff der chlorigen Säure einen neuen, höher oxydirten Körper bildet; das ist eben die Chloroüberchlorsäure. Das ausgetretene Chlor bleibt in der Flasche, kann aber möglicher Weise, durch die Sonnenwärme ausgedehnt, in die Flasche B übertreten.

Diese Sauerstoffsäure des Chlors explodirt beim Erhitzen nicht, wohl aber wird sie dadurch zersetzt. In feuchter Luft entwickelt sie mächtig Dämpfe und zwar so sehr, daß ein kürzlich gescheuertes Zimmer durch ein paar Tropfen, die man fallen läßt, damit förmlich wie mit einer Wolke angefüllt wird.

Wir sehen aus dem Angeführten, daß die Verbindungen des Chlors mit dem Sauerstoff sehr zahlreich sind und daß der unter den Halbwissern häufig verbreitete Glaube, Chlorsäure und Chlorwasserstoffsäure sei einerlei und beides sei identisch mit Salzsäure, ein ganz irriger ist.

Chlor in Verbindung mit Stickstoff.

Chlorstickstoff. NCl_3.

Waren die hier betrachteten Sauerstoffverbindungen des **Chlors** schon bösartig genug, so ist noch viel gefährlicher und vielleicht die **allergefährlichste** Verbindung, die es auf Erden giebt, diejenige, welche die **Ueberschrift** anzeigt. Die französischen und englischen Chemiker bereiten dieselbe dadurch,

Fig. 319.

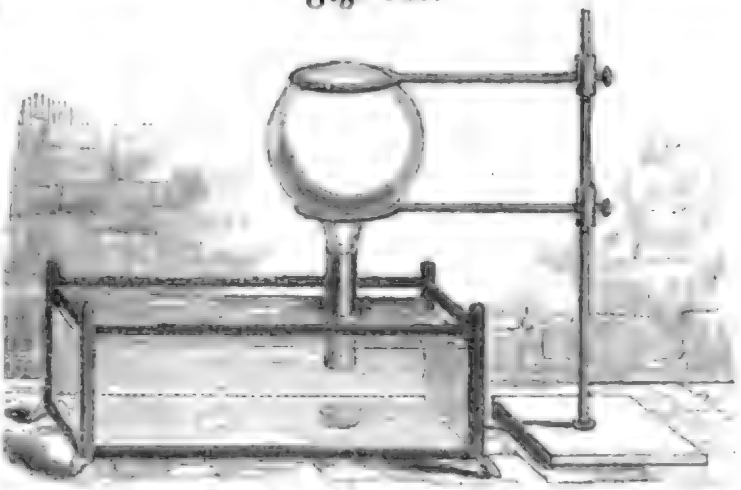
daß sie in eine concentrirte Auflösung von reinem Salmiak, welche in einem spitz zulaufenden Kelchglas befindlich, frisch bereitetes **Chlor** leiten. Wenn der Kolben dasselbe auf die S. 7 beschriebene Art liefert und es durch die **Glasröhre** nach der Salmiaklösung gelangt, trübt sich diese; bald darauf bilden sich aus der Trübung unzählige kleine bräunlich gefärbte Tröpfchen, welche theils zu Boden sinken, theils an den Wänden des Glases haften bleiben. Wer nun diese haftenden Tröpfchen durch eine Glasröhre loslösen oder durch Schütteln des Glases zum Niedersinken bringen will, setzt seine Gesundheit, vielleicht sein Leben auf das Spiel. Der eigentliche Erfinder **Dulong** wurde dabei bedeutend verwundet und **Davy** verlor dadurch ein Auge und die das Glas haltende Hand ward verstümmelt. **Pelouze** empfiehlt statt des Spitzglases einen Trichter, den man zuvörderst mit der Spitze in Quecksilber stellt und dann mit der Salmiaklösung anfüllt. Der durch Einströmen des Chlors sich bildende Chlorstickstoff sinkt nun in die Röhre des Trichters und man hebt denselben aus dem Quecksilber, indem man die untere Oeffnung mit dem Finger schließt, um — — beim Umfüllen aus dem Trichter in ein kleines Fläschchen, doch gewiß eine Explosion und durch dieselbe die Hand zerschmettert zu haben; es ist schwer begreiflich, wie ein **Chemiker** einen solchen Rath ertheilen kann, da derselbe doch wissen muß, daß **ein Tropfen** davon auf Fließpapier gebracht und schnell erwärmt, einen Knall giebt, wie ein starker Flintenschuß und daß **ein Tropfen** davon auf eine Porzellantasse gesetzt, mit Wasser übergossen und dann aus möglichster Entfernung mit einem langen Stocke (einer Angelruthe), dessen Spitze in Olivenöl oder in Terpentinöl getaucht ist, berührt, eine Explosion so gewaltiger Art giebt, daß nicht nur das Wasser im Zimmer umhergeschleudert, die Tasse in tausend Stücke zersprengt, sondern daß jenes Stück der Tasse, auf dem der Tropfen lag, zolltief in den Fußboden, **auf** dem

die Tasse stand, geschlagen wird — stand sie unvorsichtigerweise auf einem Tisch, so wird dieser wie von einer Kugel durchlöchert.

Die deutschen Chemiker verfahren anders und Professor Otto in Braunschweig beschreibt ohne Zweifel die sicherste und beste Manier und sagt doch: „man darf sich dem Operationstische nicht ohne eine Drahtmaske vor dem Gesichte und nicht ohne dicke wollene Handschuhe nähern".

Diese Methode ist folgende: Man löst eine Unze krystallisirten, reinen Salmiak in siedendem Wasser auf, filtrirt die Lösung und verdünnt sie mit destillirtem Wasser, so daß die ganze Masse der Lösung etwa 3 Pfund beträgt. Nun füllt man einen Kolben oder eine Flasche, welche 2 Pfund Wasser fassen würde, jedoch leer und trocken ist, vollständig mit Chlorgas, kehrt dieselbe um und taucht den Hals in die Flüssigkeit. Bis hierher ist keine Gefahr, außer wie bei allen Arbeiten mit Chlor durch die Möglichkeit, dieses giftige Gas einzuathmen.

Fig. 320.



Der Ballon wird durch die Arme eines jener chemischen Träger gehalten, auf welche man die Schale oder Retorte zu setzen pflegt, um sie zu erwärmen; in einem dieser Ringe steckt der Hals des Kolbens oder der Flasche*), der andere ruht oben auf der Calotte der Kugel, um sie an einer Schwankung zu hindern. Die Salmiaklösung kann sich in einer pneumatischen Wanne oder in einer Schüssel befinden. Der Hals der Flasche taucht nun in die Lösung und unter der Oeffnung des Halses steht ein bleiernes Schüsselchen von dem mehrfachen Durchmesser des Halses.

Nun beginnt die Verbindung und mit ihr auch die Gefahr für den Experimentator. Sobald das Chlorgas mit der Salmiaklösung in Berührung kommt (welche man etwa auf der Temperatur von 32 bis 35 Grad erhält), entsteht durch Absorption des Chlors der Chlorstickstoff im Halse des Kolbens, von wo derselbe in Tröpfchen in das Bleischälchen sinkt, um sich daselbst zu einer großen Masse zu vereinigen. Wie die Bildung des Chlorstickstoffes fortschreitet, wird natürlich des Chlors weniger, die Flüssigkeit steigt in dem Kolben empor, die Berührungsfläche wird größer, die

*) Ein Kolben ist das Zweckmäßigere, indem seine schräg verlaufenden Wände dem Herabfließen des zu bildenden Präparats nicht so viel Widerstand entgegen setzen, als die stärker gewölbten Flaschen.

Menge des erzeugten Chlorstickstoffes gleichfalls; nun ist es Zeit, sich mit allen erreichbaren Vorsichtsmaßregeln zu umgeben, wozu, außer der Drahtmaske (wie die Fechtlehrer und die Stoßfechter überhaupt sie tragen), auch noch ein Drahtgitter gehört, welches den Apparat umgiebt.

Während der Operation kann man das Bleischälchen mehrmals mit einem andern vertauschen, damit sich in keinem Falle eine gefährlich große Menge entwickle, weil schon sehr kleine Quantitäten von schrecklicher Wirkung sind. Die Explosion in einer Bleischale hat gewöhnlich nur eine Verbiegung, höchstens eine Zerreißung des Gefäßes zur Folge, indeß Glas und Porzellan weit umher geschleudert werden.

Chlorstickstoff ist eine schwere, ölige, dunkelgelbe Flüssigkeit, welche bei ihrer außerordentlichen Neigung, zu explodiren, sich gewaltsam in Chlorgas und Stickstoffgas aufzulösen, doch eine Erhitzung bis über 90 Grad erträgt. Bei 70 Grad destillirt der Chlorstickstoff unverändert, bei 93 Grad schäumt derselbe so stark auf, daß man dadurch wohl vor der nahe bevorstehenden Explosion gewarnt werden kann; zwischen 95 und 100 entsteht eine furchtbare Explosion mit so heftigem Knalle, daß man das Trommelfell verletzt glaubt; nicht blos Gefäße von Glas und Porzellan, sondern die stärksten gußeisernen Bomben werden dadurch in kleine Stücke zersplittert.

Der engländische Schiffscapitain Warner hatte ein furchtbares Zerstörungsmittel, eine Bombe erfunden, welche unter Wasser explodirte; er machte im Jahre 1844 in einem engländischen Hafen (wenn ich nicht irre zu Brighton) einen Versuch mit dieser unterseeischen Bombe, welche sich als äußerst zerstörend erwies; allein die Regierung fand sich nicht veranlaßt, ihm das Geheimniß abzukaufen und er starb, nachdem er sein ganzes Vermögen verexperiment, im December des Jahres 1853 nach zweijähriger Schuldgefängnißhaft in großem Elende. Er hat sein Geheimniß mit sich genommen. Die furchtbare Gewalt, die Zerstörungskraft, welche diese Bombe ausübte, verbunden mit dem Umstande, daß kein Feuer zu der Entzündung gebraucht wird, brachte den Verfasser auf den Gedanken, ob nicht der Chlorstickstoff der zerstörende Körper sei. Wenn derselbe sich in einem Glasgefäß verschlossen, innerhalb der Bombe befindet, beim Niederfallen, beim Anschlagen, das Gefäß zerbrochen wird und der ausfließende Chlorstickstoff nun in der Bombe Substanzen findet, mit denen in Berührung er explodirt; so wäre dadurch Alles, was man von diesem fürchterlichen Werkzeuge sagt, wohl erklärt.

Was nämlich den Chlorstickstoff so sehr gefährlich macht, ist, daß es eine große Menge Substanzen giebt, mit denen er nur in Berührung zu kommen braucht, um aufzugehn. Wie chlorsaures Kali mit Schwefel und Zucker verrieben, nur einer leisen Berührung mit concentrirter Schwefel-

säure bedarf, um sofort in seiner ganzen Masse entzündet zu werden, so der Chlorstickstoff. Wenn man denselben in eine Bleischale bringt (natürlich immer nur einen Tropfen), so braucht man ihn nur mit einer concentrirten Alkalilösung, mit irgend einem beliebigen Pflanzenöl, Oliven, Palmen-, Nuß-, Mohn- oder Leinöl, mit irgend einem ätherischen Oel, mit Fischthran, mit Kautschuk, vor allen andern aber mit Phosphor in Berührung bringen, so entsteht die Explosion und mit dem letztgenannten Körper am heftigsten. Nun würde es wohl zu veranstalten sein, daß die in der Bombe zertrümmerte Glasflasche für die ausströmende gefährliche Flüssigkeit einen von dem genannten Körpern vorfände, wäre Phosphor darunter, so würde außer der zerschmetternden Wirkung auch noch eine entzündende folgen, das halb zerrissene Schiff würde in Brand gerathen und dieses eben war es, was Warner's Bombe that.

Merkwürdig ist bei diesem Stoffe, daß mit jenen ganz verwandte Substanzen, wie Harz, Wachs, Wallrath keine Entzündung bewerkstelligen, eben so thun Zucker, Kampfer, Stärkemehl, Gummi, ferner Kohle, Schwefel und Schwefelmetalle, Säuren, Salze und verdünnte Lösungen von Alkalien es nicht.

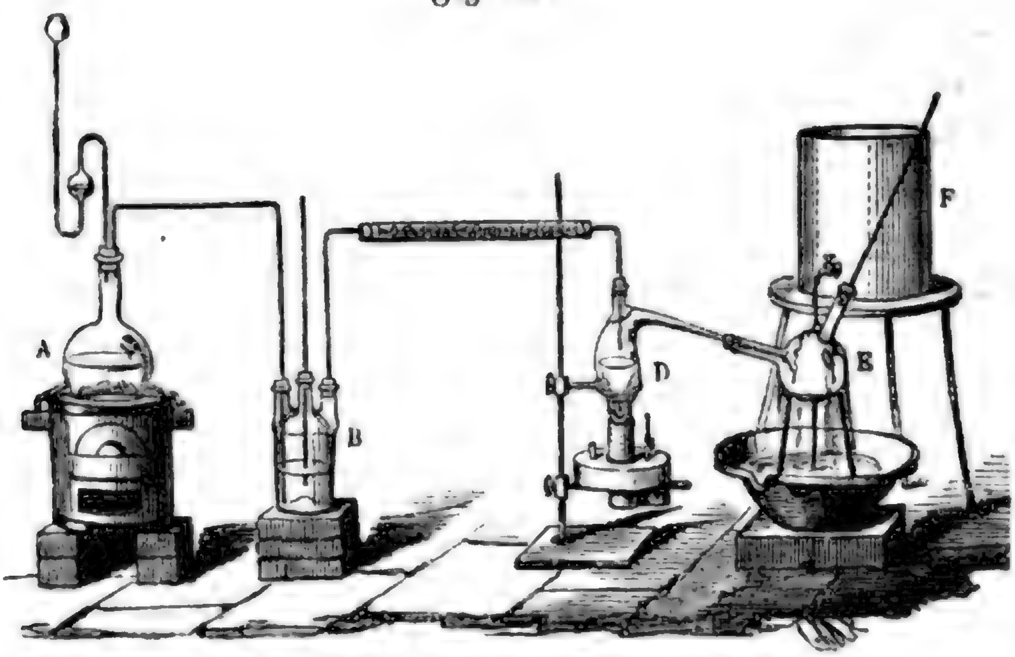
Vom Wasser wird der Chlorstickstoff allmälig zersetzt, eben so von den Flüssigkeiten, aus denen er entstanden; er geht dabei wieder in die Stoffe zurück, aus denen er sich gebildet; ist also Chlorstickstoff bei Operationen mit solchen Substanzen, die ihn erzeugen können, ohne Absicht des Experimentirenden gebildet und er bemerkt die Gefahr rechtzeitig, so hat er nichts weiter zu thun, als daß man den Apparat ruhig stehen läßt, allenfalls das Laboratorium, in welchem er sich befindet, für ein paar Tage meidet; nach dieser Zeit wird er den gefährlichen Stoff resorbirt oder zersetzt und als Gasgemenge entwichen finden.

Chlor und Schwefel.

So wenig Chlor und Sauerstoff sich ohne die Kunst durch bloßes Zusammentreffen vereinigen, so leicht geschieht dies mit dem Schwefel (und sehr vielen der übrigen Elemente); es genügt, Chlor über gepulverten Schwefel zu leiten, um eine solche Verbindung zu erzeugen; es ist also nicht einmal die Dampf- oder Gasform erforderlich, um das Zusammentreten zu begünstigen; der Chlorschwefel kann daher am einfachsten auf folgende Weise bereitet werden.

In eine tubulirte Retorte D bringt man gereinigten, d. h. sublimirten Schwefel (Schwefelblumen) und erwärmt denselben, so daß er schmilzt, doch nicht daß er etwa zum Sieden kommt. Man hat eine Berzeliuslampe darunter, welche eine beliebige Regelung der Flamme gestattet. Die Retorte ist mit einer gleichfalls tubulirten Vorlage verbunden, die den Chlorschwefel aufnehmen soll. Da diese Substanz sehr flüchtig ist, muß man die Vorlage durch eiskaltes Wasser, welches aus einem Gefäße F immerfort darauf fließt, kalt erhalten. Das lange Glasrohr, welches aus der Tubulatur steigt, dient, um die Gase, welche sich nicht verdichten, an die Luft zu entlassen.

Fig. 321.



In die Retorte D führt man Chlor ein, dieses muß mit einer gewissen Sorgfalt geschehen. Das Rohr nämlich, durch welches dasselbe Eintritt in die Retorte erhält, muß bis sehr nahe an die Oberfläche des Schwefels gehn, damit es sich dort in unmittelbare Berührung mit dem entwickelten Dampfe setze. Die Dampfgestalt ist zwar nicht nöthig zur Verbindung des Schwefels mit dem Chlor, denn dieses letztere tritt auch mit den pulverförmigen Schwefelblumen in Verbindung; allein da hier zugleich ein Destillat beabsichtigt wird, da man haben will, daß der Chlorschwefel sofort das Gefäß verlasse, um in gereinigter Substanz überzutreten, so muß man die Verbindung erleichtern, was natürlich in hohem Grade geschieht, wenn man beide Substanzen (nicht blos Chlor) in Dampfgestalt anwendet.

Das Uebrige des Apparates erklärt sich für denjenigen, der unser Werk bis hierher mit Aufmerksamkeit gelesen hat, eigentlich von selbst. In dem Kolben A mit einem Sicherheitsrohr versehen, hauptsächlich um auf das trockne Mangansuperoxyd (den Braunstein) die Salzsäure in

beliebigen Absätzen und Quantitäten gelangen zu lassen, ohne die Operation zu unterbrechen, entwickelt sich aus den gedachten Substanzen das Chlor, welches in der Flasche B theils auch gleich getrocknet wird. Die in derselben enthaltene Flüssigkeit ist nämlich concentrirte Schwefelsäure und diese absorbirt nicht nur alles was bei der Entwickelung des Chlors aus den beiden Substanzen mitgerissen wird, sondern auch sehr begierig die Wasserdämpfe. Man kann allerdings in der Waschflasche auch Wasser vorschlagen, allein dasselbe ist bei Weitem nicht so wirksam und statt die Dämpfe zu vermindern, erhöhet es die Menge derselben. Nun wird in jedem Falle, auch wenn B Schwefelsäure enthält, die Röhre mit Chlorcalcium zwischen B und D eingeschaltet; allein ist das Chlor durch Schwefelsäure gegangen, so hat das Chlorcalcium nur noch die letzten Spuren von Feuchtigkeit aufzunehmen, während es alles bewältigen soll, was mitkommt, wenn in B Wasser enthalten ist.

Das Chlor verbindet sich, in der Nähe der Oberfläche des Schwefels ausströmend, sofort mit den Dämpfen desselben zu Chlorschwefel und zwar zu derjenigen Substanz, welche man

Schwefelchlorür S_2Cl

nennt; so wie diese Verbindung entsteht, wird sie auch durch immerfort neu zukommendes Chlor und neu entwickelten Schwefeldampf gedrängt, aus der Retorte getrieben, sie stürzt sich mit Vehemenz in die Vorlage, welche immerfort frei erhalten wird von Chlorschwefel durch die sich gleichbleibende Abkühlung, also durch das sofortige Niederschlagen der Dämpfe.

Was sich in der Vorlage sammelt, ist eine hochrothe, etwas ins gelbliche spielende Flüssigkeit, von 1,69 specifischem Gewicht, ölartig fließend, an der Luft so stark rauchend wie die nordhäuser Schwefelsäure. Der Geruch der sich entwickelnden Dämpfe erinnert kaum entfernt an den des verdampfenden oder verbrennenden Schwefels, eher an modernde Seepflanzen, wie sie auf dem Meeresstrande häufig zu großen Massen zusammen geschwemmt liegen. Der Dampf macht aber die Augen heftig thränen, bringt ein eigenthümliches Prickeln und Stechen der Schleimhäute der Nase hervor und wirkt beim Einathmen auch in geringster Quantität unter Beimischung von sehr viel Luft erstickend und beängstigend; deshalb darf man auch die vorhin beschriebene Operation nicht beeilen, damit nichts entweicht, ohne durch die kalte Vorlage verdichtet zu sein.

Das Schwefelchlorür sinkt im Wasser zu Boden, es ist schwer zu sagen, in welcher Art es geschieht; wie Schwefelsäure kann man nicht sagen, denn diese mischt sich mit dem Wasser, das thut der Chlorschwefel nicht; wie Oeltropfen könnte man sagen, wenn Oel nicht grade umgekehrt, statt zu sinken, im Wasser empor stiege; doch hat es mit dem Verhalten des Oeles, dem Wasser gegenüber die meiste Aehnlichkeit, das Wasser steht lediglich über diesem Oele, statt daß es sonst darunter steht. Nach einiger Zeit aber findet eine Zersetzung des Chlorschwefels durch das Wasser statt; es bildet sich Salzsäure, schweflige Säure und Schwefel scheidet sich aus. Alkohol und Aether lösen diese Substanz auf; eine Verbindung von Schwefel und Kohlenstoff, die man von ihrer Leichtflüssigkeit „Schwefelalkohol" zu nennen pflegt, löst dieses Schwefelchlorür in großer Menge auf und in dieser Verbindung hat der Chlorschwefel eine ungewöhnlich lebhafte technische Anwendung gefunden, nämlich die zum sogenannten Vulcanisiren des elastischen Harzes oder Kautschuks.

Bekanntlich hat das Federharz eine ganz außerordentliche Elasticität, allein zu hohe und zu niedere Temperatur schmälern dieselbe und setzen ihr ziemlich enge Grenzen. Bei + 5° wird Kautschuck schon beinahe hart und unter dem Gefrierpunkte fühlt es sich wie Knochen an, umgekehrt wird es bei einer Temperatur, wie die Sonne sie bei uns hervorzubringen vermag, so weich, daß von Elasticität in diesem Zustande nicht mehr viel die Rede ist.

Nun hat man gefunden, daß der Schwefel, wenn er in hoher Temperatur mit dem Kautschuk zusammengebracht wird, eine Mengung oder Mischung bildet, welche nicht nur wenigstens eben so elastisch ist als das gewöhnliche Federharz bei einer Temperatur zwischen 15 und 20 Grad, sondern daß es diese Elasticität auch bei einem sehr bedeutenden Temperaturwechsel beibehält, so daß es bei 20 Grad unter Null grade so elastisch ist als bei 60 Grad über Null.

Der Chlorschwefel giebt nun ein treffliches Material ab, um dem elastischen Gummi diese Eigenschaft zu geben. Die Operation heißt vulcanisiren und wird in folgender Art gemacht:

Man löst in der äußerst flüchtigen Substanz, welche wir später unter dem Namen Schwefelkohlenstoff genauer kennen lernen werden, den Chlorschwefel auf und taucht nunmehr das elastische Gummi in diese Lösung. Es schwillt davon bedeutend auf und nimmt eine beträchtliche Menge derselben in sich auf. Man bringt nunmehr den so getränkten Gummi in große, luftdichte Räume, in denen eine Temperatur von 25 bis 30° C. erhalten wird, indessen man irgendwo eine Wand stark abkühlt (natürlich beides, das Erwärmen wie das Abkühlen von außen). Der Schwefel-

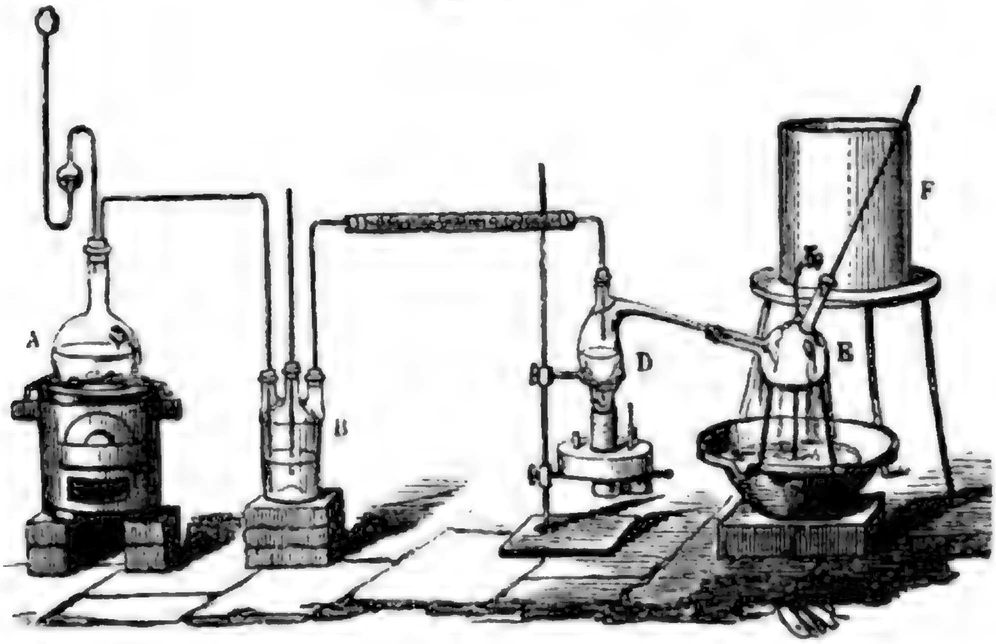
kohlenstoff verdunstet bei dieser Temperatur und hinterläßt nur den Schwefel, indem das Chlor mit entweicht. Man wiederholt das Verfahren, bis die richtigen Verhältnisse zwischen Schwefel und Kautschuk getroffen sind; ein Stück des letzteren saugt sein vierfaches Gewicht der Lösung auf und hält daraus nach dem Trocknen bis 16 Procent Schwefel zurück. Mit diesem Product sind in Frankreich sehr bedeutende und lehrreiche Versuche gemacht worden. Der großartigste derselben war wohl der auf den Schiffswerften zu Brest, wo man eine vulcanisirte Kautschuktafel von einem Quadratmeter und 15 Centimeter Dicke (d. h. ungefähr 6 Zoll oder eine Viertelelle) an eine Mauer lehnte und mit Kanonenkugeln darnach schoß. Die Kugeln sprangen auf unglaubliche Entfernungen zurück; einige derselben zersprangen darauf wie auf einem Felsen und die Kautschukmasse erlitt kaum bemerkliche Eindrücke. Das wäre etwas zum Schutz der Kriegsschiffe, falls es nicht zu theuer wäre. Demnächst aber hat dieser vulcanisirte Gummi die ausgedehnteste und mannigfaltigste Anwendung gefunden; man braucht dasselbe mit dem trefflichsten Erfolge statt der Federn an den Puffern der Eisenbahnwagen — eine solche Feder springt nicht, wie sehr leicht die stählernen, besonders im Winter und eine solche Feder erschöpft auch nicht ihre Widerstandsfähigkeit. Unvergleichlich ist ferner der vulkanisirte Kautschuk zu Röhren für verschiedene Flüssigkeiten; nicht nur ertragen sie den siedenden Wasserdampf ohne zu erweichen, sie werden auch selbst von Steinöl und Terpentinöl, Schwefeläther ꝛc. nicht aufgelöst und sind deshalb zur Verbindung von Glasröhren unübertrefflich, auch als biegsame Schläuche für die transportablen Gaslampen werden sie gebraucht und sie haben sich dafür seit Jahren schon bewährt.

Das soeben beschriebene Chlorür löst der Schwefel wie das Chlor in bedeutender Menge auf; mit dem letzteren bildet es einen neuen Körper, das Schwefelchlorid, mit dem ersteren aber entsteht einfach eine Auflösung, allein dieselbe kann so reich an Schwefel gemacht werden, daß viel über zwei Drittheile des Gewichts der Flüssigkeit an festem Schwefel aufgenommen werden; in der Hitze nimmt das Schwefelchlorür noch viel mehr auf und ist dieses der beste Weg, ungemein schöne, regelmäßige und durchsichtige Schwefelkrystalle zu erhalten, denn aus der gesättigten heißen Lösung krystallisirt der Schwefel, man möchte sagen, während des Zusehens und zwar wenn die Menge der Flüssigkeit bedeutend genug ist, in so schönen und großen Krystallen, wie man dieselben nur aus den Fumarolen des Aetna bricht.

Schwefelchlorid. SCl.

Um dieses zu erzielen, benutzt man die oben berührte Auflöslichkeit des Chlors in dem Chlorür, und zwar kann der soeben benutzte Apparat auch hier wieder nur mit einem geringen Unterschiede in der Anwendung dienen. A, B und C haben die bereits angeführte Bestimmung der Entwickelung und Trocknung des Chlorgases; nach der Retorte D bringt man jedoch

Fig. 322.



keinen Schwefel, sondern das Schwefelchlorür, auch wird dasselbe nicht erwärmt. Wenn man nun das Chlor sich langsam entwickeln läßt und es in die gelbrothe Flüssigkeit führt, so wird diese nach und nach dunkler, jede Spur des früheren gelblichen Tons in der Farbe verliert sich, es wird die Flüssigkeit dunkel hochroth, es entweichen dabei auch Chlordämpfe in die erkaltete Retorte, in welche man Wasser bringen kann, um ein Verschlucken des Chlors zu bewerkstelligen; da aber immerfort neues Chlor zuströmt, so sättigt sich die Flüssigkeit bald, wiewohl man doch kein sicheres Zeichen hat, daß die Umwandlung nun vollständig geschehen sei. Die Absorption findet in solchem Grade statt, daß das Volumen des Chlorschwefels sich beträchtlich vermehrt. Die Bildung des Schwefelchlorids auf die angegebene Weise muß man im Dunkeln, d. h. mit Ausschluß des Tageslichtes, vornehmen, weil das Licht einen zersetzenden Einfluß darauf übt, was mit dem Chlorür nicht der Fall ist.

Auch bei der Darstellung des Chlorids bilden sich gelbe Krystalle so gut wie bei der Auflösung des Schwefels in dem Chlorür, allein diese Krystalle sind nicht Schwefel, sondern wie es scheint nichts anderes als das flüssige Chlorid selbst, aus freien Stücken krystallisirend, wenigstens

Digitized by Google

unterscheiden sie sich in ihrer Zusammensetzung ($SCl.$) von demselben durchaus nicht auf eine bemerkbare Art; allein ein merkwürdiges Verhalten gegen das Wasser scheint sie doch von dem flüssigen Chlorid zu unterscheiden; wenn man diese Krystalle nämlich in Wasser wirft, so zischen sie darin wie glühendes Metall, was das flüssige Chlorid keinesweges thut.

Noch zwei Verbindungen von Chlor mit Schwefel sind gefunden worden, allein noch zu wenig untersucht, um für uns von Interesse zu sein.

Schwefel, Chlor und Sauerstoff

bilden drei merkwürdige Verbindungen, welche theils flüssig, theils krystallinisch sind und aus Chlorgas und schwefliger Säure oder aus Schwefelchlorür und wasserfreier Schwefelsäure (nach Rose ist die wasserfreie Säure nicht unbedingt erforderlich und die rauchende oder nordhäuser Schwefelsäure genügt zur Darstellung) gewonnen werden. Die Chemiker sind über diese Verbindungen aber selbst noch nicht im Reinen und einen technischen Nutzen haben sie auch nicht; so scheint es genügend, derselben hier erwähnt zu haben.

Chlor und Selén.

Diese beiden Körper vereinigen sich so leicht wie Schwefel und Chlor; die Procedur der Darstellung ist daher auch höchst einfach, es genügt Chlorgas über gepulvertes Selén innerhalb eines Glasrohres ab, das in der Mitte zu einer Kugel A ausgeblasen ist, streichen zu lassen, um die Verbindung zu bewerkstelligen; das Selén scheint zuerst zu schmelzen (wiewohl dies wirklich keinesweges der Fall ist, sondern diese Schmelzung schon eine Verbindung von Chlor und Selén ist); es entsteht eine braune Flüssigkeit, welche jedoch immer fortfährt Chlor zu absorbiren, wie vorher das Selén that.

Fig. 323.

Nach und nach geht unter fortwährender Absorption des Chlors die Flüssigkeit in eine krystallinische Masse über, welche sich als ein dichtes

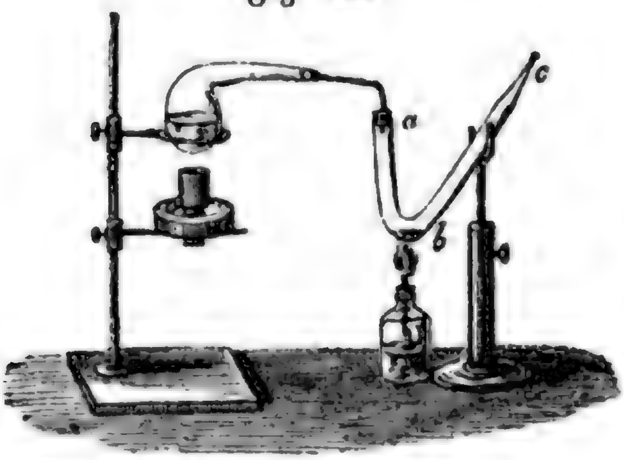
Conglomerat von weißen Nadeln ausweist. Es ist diese Masse Selénsuperchlorür ($SeCl_2$); die Zersetzung, die es im Wasser erleidet, giebt die Formel.

Wahrscheinlich ist die braune oder braungelbe Flüssigkeit, welche sich bei diesem Experimente zuerst bildet, das Selénchlorür, welches man (falls die Vermuthung richtig ist) nunmehr auf einem Umwege erhält, indem man das Superchlorür darstellt und dann Selén dazu bringt und beide durch Wärme vereinigt. Diese Operation giebt, wie anfänglich auch die obige, eine braune oder braungelbe Flüssigkeit; im ersten Falle erhält man sie, wenn zu vielem Selén wenig Chlor getreten ist, im zweiten Falle, wenn zu Chlorselén noch Selén hinzugebracht wird. Eine technische Anwendung ist auch hierfür noch nicht gefunden.

Chlor und Tellur.

Die große Verwandtschaft zwischen Schwefel, Tellur und Selén läßt schließen, daß Chlor sich gegen diese drei Elemente auf ähnliche Weise verhalten würde und es ist in der That so. Auch von Chlor und Tellur sind solche Verbindungen bekannt, wie von demselben Element mit dem Selén oder mit dem Schwefel und die Art der Darstellung ist auch die gleiche. Die Verbindung, in welcher Chlor vorwaltet, Tellursuperchlorür ($TeCl_2$), in welcher auf 47,5 Tellur 52,5 Chlor kommt, erhält man, wenn man in eine gelinde erwärmte Röhre metallisches Tellur bringt und darüber Chlor leitet: Die Fig. 324 zeigt, wie einfach diese Operation ist. Eine gebogene Glasröhre a b c enthält unten bei dem Knie das Tellur und eine schwache Weingeistlampe dient, um dasselbe zu erwärmen. Die Röhre ist an dem Ende c spitz ausgezogen und offen, damit überflüssige Gase entweichen können; bei a findet die gewöhnliche Verbindung mit dem Chlorentwickelungsapparate statt. Man kann, wie begreiflich, statt der gebogenen Röhre auch eine so erweiterte anwenden, wie die vorige Figur zeigt.

Fig. 324.



Der Erfolg dieses Experiments ist, daß sich aus dem Tellur und dem

lebhaft absorbirten Chlor eine dunkelgelbe klare Flüssigkeit bildet, welche beim Erkalten immer mehr von ihrer dunklen Färbung verliert, bis sie endlich ganz blaßgelb erscheint, worauf auch bald bei noch etwas niedrigerer Temperatur eine Krystallisation eintritt, vermöge deren sich eine weiße, aus zusammen gehäuften Nadeln bestehende, Masse bildet.

Eine niedrigere Chlorstufe, Tellurchlorid (TeCl.), in welcher auf 6,45 Tellur nur 35,5 Chlor kommen, kann man erhalten, wenn man ein Gemisch aus gleichen Theilen des vorhin beschriebenen Tellursuperchlorürs mit fein gepulvertem, metallischen Tellur in einer Retorte erhitzt und destillirt; es entwickeln sich Dämpfe, welche anfangs, so lange die Gefäße noch Luft enthalten, tief purpurroth sind, später aber, wenn nach und nach die Luft theils vertrieben, theils zersetzt worden ist, gelb erscheinen. Was man durch diese Destillation oder Sublimation gewinnt, ist eine schwarze Masse, welche auf dem Bruche erdig erscheint, leicht schmelzbar und viel flüchtiger ist als das Superchlorür. Will man dasselbe aufbewahren, so muß es in sehr trocknen Gefäßen, in denen Chlorkalk enthalten ist, geschehen, indem dasselbe leicht Feuchtigkeit aus der Luft anzieht. Mit Wasser benetzt, wird es milchweiß, indem sich tellurige Säure bildet.

Durch H. Rose's Arbeiten über diesen Gegenstand, weiß man, daß es sich mit dem Tellursuperchlorür in allen Verhältnissen zusammenschmelzen läßt, wie dies z. B. bei allen Legirungen von Metallen, die sich überhaupt vereinigen lassen, der Fall ist.

Wenn man dieses Tellurchlorid mit Salzsäure behandelt, so wird dasselbe zerlegt, indem die Salzsäure die Hälfte des Tellur im metallischen Zustande ausscheidet und die tellurige Säure löst. Bei allen Untersuchungen, welche man mit diesen Substanzen anstellt, ist die größte Vorsicht nöthig, indem sowohl Tellurdämpfe als Chlordämpfe sehr giftig, von höchst schädlicher Wirkung sind.

Fluor.

Wir gehen über zu einem zweiten Körper dieser Gruppe der Salzbilder, der genau genommen zuerst hätte betrachtet werden müssen, weil er gewissermaßen schon seit nahezu 200 Jahren bekannt ist, also viermal so lange wie das Chlor, allein diesem letzteren gebührt deshalb der Vortritt in dieser Angelegenheit, weil er zuerst genau genug untersucht worden

810631

ist, um an ihm zu erkennen, daß er eine eigne Klasse von Körpern eröffne, die man mit dem Namen Salzbilder zu bezeichnen Ursache fand, wovon allerdings bei dem Fluor keine Rede war und dessen Analogie mit dem Chlor man erst viel später entdeckte.

Es giebt ein Mineral Flußspath, welches schon den Alchemisten als ein treffliches Schmelzmittel verschiedener Erze und Metalle bekannt war und eben von dieser Beförderung des Flusses dieser, zum Theile für sich allein sehr schwer schmelzbaren, Substanzen den Namen eines Flußmittels, den Namen Flußspath bekam. Schon der Lehrer und Arzt Andreas Libay aus Halle erwähnt desselben in seiner 1595 zu Frankfurt erschienenen Alchymia.

Viel später ward durch Marggraf der Flußspath einer Destillation mit einer Säure unterworfen, worüber der gedachte Gelehrte einen Aufsatz in die Abhandlungen der Berliner Akademie brachte; dies veranlaßte den schwedischen Chemiker Scheele, die gewonnene Substanz näher zu untersuchen und er fand, daß dieselbe eine eigne sei, eine Entdeckung, welche in den schwedischen Abhandlungen für das Jahr 1771 niedergelegt ist.

Die Benutzung dieser Säure aber, oder die erste Nachricht davon dankt man dem Nürnberger Schwankhardt, welcher entdeckte, daß man mittelst der Dämpfe, die vom Flußspath aufsteigen, wenn man denselben mit Schwefelsäure übergießt, Glas und Porzellan ätzen könne. Hier, im Jahre 1676, ist also die Benutzung der Flußspathsäure zu dem Behuf, zu welchem sie noch jetzt meistentheils benutzt wird, unzweifelhaft vorhanden. Daß dennoch die Franzosen diese Erfindung gemacht haben würden, unterliegt keinem Zweifel und so finden wir auch, daß Pelouze in seinem großen Werke sagt: Ampère sei der erste gewesen, der das Fluor, oder, wie er es genannt wissen wollte: das Phtore entdeckt und dessen Verbindungen nachgewiesen habe. Wir wissen bereits, was wir von diesen Entdeckungen zu halten haben; die gesammte französische Chemie ist deutschen oder schwedischen (Berzelius und Scheele) Ursprungs; die Franzosen haben nichts gethan, als die Versuche prahlerisch ins Große zu führen, während der bescheidene deutsche Gelehrte im Kölbchen, fingerhutgroßen Gläschen und über der Spirituslampe die Entdeckung machte. Um zu beweisen, wie wenig die Franzosen wissenschaftlich in den Geist der Chemie eingedrungen sind, möge eine Stelle aus Pelouze und Fremy's berühmten Traité de Chimie général hier stehen.

Fremy spricht nicht aus, daß dieser Körper zu den Salzbildern gehöre, er kennt diese Ansicht überhaupt nicht; er sagt nur, daß die Fluorverbindungen Aehnlichkeit mit den Chlorverbindungen haben:

„Indessen besitzen die Fluorüren doch gewisse Eigenschaften, welche sie

von den Chlorüren ꝛc. entfernen, so ist Fluorcalium beinahe unlöslich im Wasser, während Chlorcalcium ꝛc. im Wasser zerfließt; Fluorbarium-strontium, -magnesium, -aluminium sind gar gar nicht oder in geringem Grade löslich, indessen Chlorbarium, Brom und Jodbarium-magnesium ꝛc. sehr löslich sind. Fluorsilber ist in Wasser löslich, Chlorsilber nicht; Fluorsilber ist leicht durch Hitze zu zersetzen und leidet durch Licht keine Veränderung; beides ist beim Chlorsilber umgekehrt. Die Fluorverbindungen scheinen immer etwas Wasser zurückzuhalten, was die Chlorverbindungen nicht thun."

Es möge diese Probe genügen, um zu zeigen, wie wenig die berühmtesten Gelehrten Frankreichs geneigt sind, das Allgemeine zu erfassen, und wie sie mit allem was ihnen neu ist, etwas überhaupt Neues zu geben meinen. Daß Unterschiede zwischen den Jod-, Brom-, Fluor- und Chlormetallen vorhanden sind, versteht sich von selbst; wenn keine Unterschiede da wären, so wären die Körper überhaupt nicht verschieden. Die Uebereinstimmung in der Thätigkeit und Wirksamkeit der Haloide, die großen und weitgreifenden Revolutionen, welche durch die Entdeckung dieser Klasse von Körpern in der Chemie hervorgebracht worden, ist von den Franzosen gar nicht begriffen, weil sie nicht von ihnen gemacht ist.

Fluor ist wahrscheinlich in der Natur weiter und vielfältiger verbreitet als Jod, allein es ist überaus schwer (und erst in neuester Zeit gelungen) dasselbe isolirt darzustellen, darum man vielleicht die meisten Verbindungen anderer Elemente mit Fluor noch gar nicht kennt. Am allgemeinsten vorwaltend ist seine Verbindung mit dem Calciummetall; in diesem erscheint es massenhaft als Mineral (Flußspath); weniger häufig findet Fluor sich in einem Silicat von Kalk und Magnesia, in dem Amphibol; ferner im Fluoreisen, im Gadolinit und in anderen Metallfluorüren, immer aber sehr sparsam; eine außerordentliche Verbreitung dagegen hat das Fluor in dem thierischen Organismus gefunden, nicht nur ist es überhaupt in den Knochen der Thiere enthalten, sondern es bildet auch einen Hauptbestandtheil des Emails der Zähne aller Thiere und es muß demnach, da es sich im thierischen Organismus findet, nothwendigerweise auch in den Nahrungsmitteln der Thiere enthalten sein; so ist es denn auch wirklich in den Pflanzen, vorzugsweise aber in jenem Grundtypus aller, für den thierischen Körper erforderlichen Nahrungsmittel, in der Milch gefunden und durch Wilson nachgewiesen worden, so wie Forchhammer es im Wasser der Ostsee fand und aus demselben darstellte.

Unter allen Salzbildern scheint es die unüberwindlichste Affinität zu anderen Elementen zu haben, deshalb man es auch, wie bereits bemerkt, fast gar nicht im isolirten Zustande kennt; denn so wie es aus einer

Verbindung ausgetrieben worden, geht es alsbald mit dem nächsten besten Körper eine neue Verbindung ein. Die Kiesel- und Thonfabrikate, Glas, Porzellan, Steingutgeschirr, sonst von allen Säuren, Salzen und Alkalien respektirt, werden doch von Flußsäure auf das lebhafteste angegriffen. Als H. Davy über Fluorsilber, das in einer Glasröhre befindlich, Chlorgas leitete, wurde dasselbe in Chlorsilber verwandelt, allein Fluor kam nicht zum Vorschein, sondern Sauerstoffgas, welches doch weder im Fluorsilber noch im Chlorsilber vorhanden. Das durch das stärkere Element (Chlor) verjagte Fluor hatte sich alsbald mit dem kieselsauren Kali, mit dem Glase verbunden, Fluorsilicium und Fluorkalium gebildet und den Sauerstoff, der die beiden Elemente zu Kiesel und Kali machte, verjagt. Auch Platina erlitt eine solche Veränderung. Das Experiment, in einem Platinapparat gemacht, gab kein Fluor, wohl aber waren die inneren Wände des Kessels und der Röhren von diesem Metall mit Fluorplatin inkrustirt. Man bediente sich dann des Bleies um Fluor darzustellen, allein nicht weil Blei etwa nicht angegriffen wurde, sondern weil sich eine Schicht Fluorblei bildete, die nunmehr als Gefäß für das ferner entwickelte Fluor diente, das nun natürlich keine weitere Veränderung oder Absorption erlitt.

Es scheint als habe diese oder die vorhin angeführte Thatsache mit dem Fluorplatin Davy auf den Gedanken gebracht, Gefäße von Flußspath zur Darstellung und Aufbewahrung des Fluor vorzuschlagen. Selbst ausgeführt hat er den Vorschlag nicht, wohl aber nahmen die Gebrüder Knox denselben auf. Sie ließen Gefäße von derbem Flußspath drehen und genau schließende Platten von derselben Substanz verfertigen, womit die Gefäße bedeckt werden konnten. In solche Gefäße brachten sie entwässertes Fluorquecksilber, bedeckten das Gefäß und leiteten durch eine Seitenöffnung Chlor zu dem Fluorquecksilber, während der Boden des Gefäßes gelinde erwärmt wurde.

Es bildete sich nun durch Zutritt des Chlors zu dem Fluorquecksilber Chlorquecksilber und das schwächere Fluor wurde ausgetrieben, und blieb in dem Gefäß, den leeren Raum desselben erfüllend, unverändert zurück. Dieses Gas war gelbgrün, bildete an der Luft keinen Nebel und war also frei von Fluorwasserstoffsäure, dennoch griff es gewöhnliches Glas stark an. Dieses für reines Fluor gehaltene Gas, muß doch keineswegs rein gewesen sein, denn dieselben Gebrüder Knox gelangten auf anderem Wege zu einem anderen Resultat. Sie zersetzten nämlich das Fluorblei und die Fluorwasserstoffsäure durch die Berührungs-Elektricität und erhielten dabei ein farbloses, nicht bleichendes Gas, welches auch Gold und Platina nicht angriff, und dieses Resultat (nicht das zuerst von ihnen erzielte) stimmt

auf das Genaueste mit dem zusammen, was Louyet in neuester Zeit auf die von Knox zuerst angewendete Art erhielt.

Derselbe ließ sich nämlich einen Schmelztiegel aus Flußspath machen, der dann mit Drath übersponnen wurde, so daß er dem Feuer einen erhöhten Widerstand leisten konnte. Dieser Tiegel ward mit einem sehr genau eingeschliffenen Deckel versehen, mit reinem Fluormetall und mit trocknem Chlor gefüllt, verschlossen und nun erhitzt, wodurch nach einer Viertelstunde eine vollständige Zersetzung eintrat. Um das Gas zu untersuchen, hatte Louyet sich kleine Cylinder von Flußspath machen lassen, welche oben und unten ganz eben geschliffen, der Länge nach aber, so groß als thunlich, durchbohrt waren. Vermöge sehr dünner, also durchsichtiger Plättchen von Flußspath können sie luftdicht geschlossen werden, man hat dann einen hohlen Cylinder, der oben und unten mit Flußspath bedeckt erscheint. Um diese Cylinder mit Gas zu füllen, verfuhr Louyet folgendermaßen. Zu jedem Hohlcylinder war ein massiver Cylinder von Flußspath gedreht, der genau in dem ihm zugehörigen hohlen Cylinder paßte und ihn von Pol zu Pol ausfüllte. So wurde der Hohlcylinder auf das Gefäß gesetzt, in welchem Fluor erzeugt worden war. Sobald der Deckel verschoben wurde, fiel der massive Cylinder aus dem hohlen heraus, in das Fluorgefäß hinein, und an seine Stelle trat das durch ihn vertriebene Gas. Der Cylinder, oben und unten geschlossen, konnte nun über seinen Inhalt untersucht werden. Hier zeigte sich dasselbe, was Knox durch die voltaische Säule (Berührungs-Electricität) gefunden hatte. Das Gas war farblos, bleichte nicht, verband sich mit Gold und Platin nicht. Louyet fand noch, daß es Glas wenig oder gar nicht angriff, daß es einen eigenthümlichen Geruch hatte, daß es das Wasser bei jeder Temperatur zersetze und sich mit allen Metallen (die beiden genannten ausgenommen) auf das vehementeste verband.

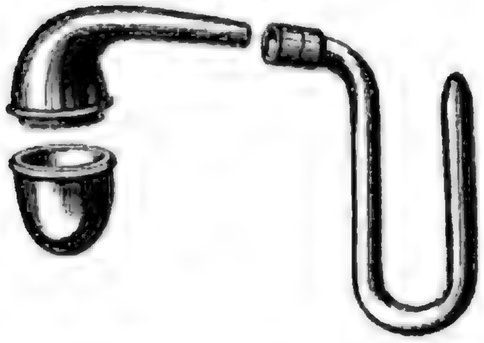
Das Fluor, welches so schwer isolirt darzustellen ist, findet sich doch in großen Massen in den Mineralien vor, und bildet eine Menge Fluorverbindungen, welche seine große Wirksamkeit in der Natur darthun. Es gehört, wie bereits bemerkt, zu den Salzbildern, mit denen es alle Eigenschaften theilt, es bildet also vorzugsweise Wasserstoffsäuren, bildet bei seinen Verbindungen mit den Metallen Salze ohne eine Säure und ohne eine Base (Haloidsalze wie Kochsalz), wird aus diesen Salzen durch die Schwefelsäure vertrieben, aber in Form einer Säure (gerade wie Chlor), die eine Wasserstoffsäure ist.

Die Unterschiede, welche seine Salze charakterisiren, beziehen sich hauptsächlich auf die Löslichkeit derselben im Wasser, wovon wir bereits im Anfange dieses Abschnitts gesprochen.

Verbindungen des Fluor mit dem Wasserstoff.

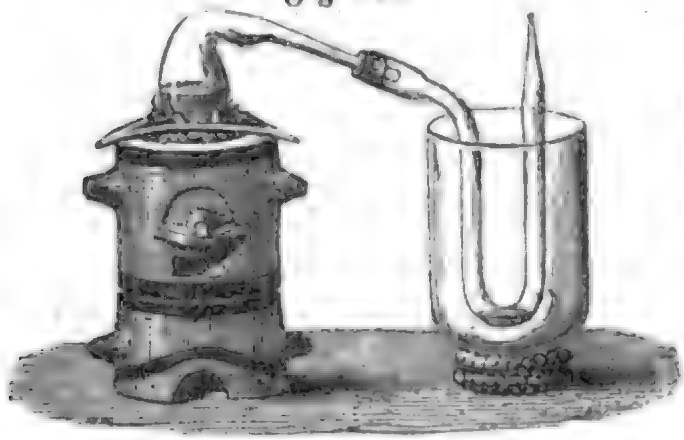
Die Darstellung der Fluorwasserstoffsäure fordert einen Apparat von Blei, Fig. 325, aus drei Stücken bestehend, wovon das eine Stück, der Boden der Retorte, mit dem mittelsten, dem Halse derselben, durch ein Schraubengewinde verbunden ist, indeß das dritte Stück, eine U förmig gebogene Röhre von Blei, an den Hals der Retorte gelegt und bloß durch Druck und Adhäsion befestigt werden kann. Bei einigermaßen sorgfältiger Arbeit läßt sich ein beinahe luftdichtes Schließen bewerkstelligen, lutiren und dadurch die Verbindungsstelle dichten, darf man nicht, weil durch den Klebestoff, er möge bestehen woraus er wolle, die Säure verunreinigt wird.

Fig. 325.



In die halbkugelförmige Kapsel, welche den unteren Theil der Retorte bildet, bringt man sorgfältig von Kiesel gereinigten Flußspath (das ist Fluorcalcium) zu Pulver zerrieben, und sein doppeltes Gewicht concentrirter Schwefelsäure, man rührt diese Substanzen mit einem Spatel von Blei um und beobachtet dabei das Verhalten; findet ein starkes Aufblähen und ein Entwickeln weißer Dämpfe statt, so war das Flußspath nicht kieselfrei, im entgegengesetzten Falle beginnt die Mengung zähe und halbdurchscheinend, beinahe gallertartig zu werden. Hat man sich von dieser Beschaffenheit überzeugt, so ist es Zeit, die obere Hälfte der Retorte an die untere zu setzen und die Vorlage anzupassen. Diese letztere befindet sich in einem Gefäß mit Eis, wie Fig. 326 zeigt, und wie wir bereits öfter gesehen haben, indeß die Retorte über einem schwachen Kohlenfeuer oder besser in einem Sandbade steht, denn die Temperaturerhöhung darf nicht bedeutend sein, da bei 160 Grad die Zersetzung vollständig vor sich geht, bei einer beträchtlich höheren Temperatur das Blei aber schmilzt.

Fig. 326.



Die Vorlage wird leer gelassen, wenn man Flußspathsäure wasserfrei haben will, beabsichtigt man jedoch nur verdünnte Säure darzustellen, so bringt man in die Vorlage etwas Wasser, wie hier angedeutet ist (was

freilich, da alles, Retorte und Vorlage, aus Blei gemacht ist, nicht gesehen werden kann), und alsdann geht die Verdichtung viel leichter vor sich. In jedem Falle ist es nöthig, daß die Vorlage an ihrem letzten Ende eine kleine Oeffnung habe, woraus die durch die Entwickelung des Fluors zusammengedrückte Luft entweichen kann. Die Säure wird in Blei- oder Platingefäßen aufbewahrt, aber es ist stets unsicher, ob nicht selbst diese Körper zerstört werden.

Wenn man sich bei Versuchen mit dem Chlor schon sehr zu hüten hat, so ist dieses noch viel mehr der Fall mit dem Fluor und der davon gebildeten Säure. Die Dämpfe sind noch gefährlicher, und die Säure selbst wirkt auf das äußerste zerstörend. Bringt man ein Tröpfchen auf die Hand, so entsteht eine Brandwunde, wie von geschmolzenem Metall, und sie ist über alle Begriffe schmerzhaft und schwer zu heilen, findet das Unglück statt, daß man sich etwa die Hand damit begießt, so würde der Tod unter den grausamsten Qualen die unausbleibliche Folge sein; um dieses zu vermeiden bliebe nichts weiter übrig, als sofortiges Abnehmen des verletzten Theiles. Ist die Säure mit Wasser verdünnt, so sind ihre Wirkungen allerdings viel weniger heftig, allein doch immer so gefährlich, daß man nicht genug auf seiner Hut sein kann.

Gay Lussac und Thenard haben die Wirkungen auf die Haut untersucht und gefunden, daß ein Tropfen dieser Säure gar nicht erforderlich, daß es genügend sei, die Haut mit der Spitze einer Nadel zu berühren, die mit flüssiger Fluorwasserstoffsäure benetzt war, um eine schlaflose Nacht zu haben und Fieberanfälle zu bekommen. Die jungen Studirenden, welche bei Versuchen mit der Säure gegenwärtig waren, haben noch viel schlimmere Erfahrungen gemacht; sie setzten die Hände den, von einer Fuge ausströmenden, Dämpfen kaum eine Sekunde lang aus, und erlitten daran schwere Schäden, welche erst nach mehreren Wochen wieder heilten. Die unmittelbare Folge einer Benetzung ist ein furchtbarer, beinahe nicht erträglicher Schmerz, darauf eine Zersetzung der Haut, so daß die Stelle dick, weiß und spaltig wird, indessen sich unter dieser Decke eine Blase bildet, welche entsetzlich schmerzhaft ist; es findet eine so feste Verbindung der Säure mit der Haut statt, daß sie selbst durch Kali nicht weggenommen werden kann, doch findet einige Linderung statt. Das einzige Mittel, sich vor weitergreifenden Uebeln zu bewahren, ist die Blase fortzuschneiden, den darunter befindlichen Eiter, das durch die Säure aufgelöste, degenerirte Fleisch zu entfernen und die Stelle wiederholt mit einer Kalilauge zu waschen. Es bleibt eine tiefe, nicht verwachsende Narbe nach.

Um die Säure verdünnt zu erhalten, muß man den vorhin beschriebenen Weg einschlagen. Wasser zu der concentrirten Säure zu gießen,

würde eine um so schrecklichere Explosion zur Folge haben, je größer die Quantität der Säure wäre, die Säure aber in Wasser gießen ist auch sehr gefährlich, jeder Tropfen macht ein Geräusch, wie ein Tropfen geschmolzenen Eisens, und Theile desselben werden durch die Explosion umhergeschleudert und können selbst in dieser Vertheilung sehr nachtheilig werden.

Die Flußsäure ist farblos, leichtflüssig, kaum schwerer als Wasser (1,06), stößt an der Luft saure Dämpfe aus (selbst diese, wenn sie einen Körpertheil treffen, verursachen bösartige, schwer heilende Geschwüre), wird bei 20 Grad unter Null fest und soll, nach einigen Angaben, bei 18 bis 20, nach anderen schon bei 12 Grad kochen, nach Regnault aber erst bei 30 Grad. Dieses heißt, die Untersuchung ist so gefährlich, daß niemand sie ernstlich gewagt hat.

Da die Säure beinahe Alles angreift und zerstört, so ist es sehr schwer sie zu bewahren, man thut besser sie jedesmal zum Gebrauch darzustellen, und zwar um so mehr, als man gewöhnlich nur ihre Dämpfe anwendet; soll die Säure jedoch aufbewahrt werden, so muß es in einem Platingefäß geschehen, welches einen Deckel zum Aufschrauben hat, der gegen einen mit Wachs getränkten Lederring drückt. Da man glaubt, daß die Säure zwischen 15 und 30 Grad C. siedet (das letztere ist der äußerste Punkt, bis zu welchem man gerathen hat, die Säure siedet wahrscheinlich bei viel geringerer Temperatur), so sieht man, wie gefährlich schon aus diesem Grunde die Aufbewahrung ist — die dünnen Platingefäße können gesprengt, die Säure kann vergossen werden und denjenigen tödten, der in ein mit solchem Säuredampf erfülltes Zimmer tritt.

Die Aufbewahrung in Blei — obwohl dasselbe davon angegriffen und in Fluorblei verwandelt wird, ist doch deßhalb möglich, weil das Fluorblei unlöslich ist, die Wände des Gefäßes inwendig überzieht, und die nicht hierzu verwendete Säure sich demnach eigentlich wie in einem Gefäße von Flußspath, gewissermaßen in sich selbst aufbewahrt findet; es entsteht eine dünne Schicht dieses Fluorbleies, hinter derselben bleibt aber durch diese Schicht geschützt das Metall unverändert. Eine sehr verdünnte Säure kann man in Glasflaschen aufbewahren, wenn dieselben mit Wachs inwendig ausgeschmolzen sind, doch muß die Bekleidung bis in den Hals der Flasche reichen und auch der Stöpsel muß so überzogen sein.

Diese Säure hat eine sehr wichtige technische Anwendung gefunden. Sie greift das Glas an, sie löst dasselbe auf und bildet damit Fluorkieselkalium, diese Eigenschaft hat man zum Aetzen des Glases benutzt. Glasglocken, Glastafeln, Thermometerskalen und andere Glasgegenstände kann man mit beliebigen Radirungen versehen, welche weißlich matt erscheinen. Das Ver-

fahren ist höchst einfach. Man überzieht eine Glastafel mit gewöhnlichem Wachs, wohl dünn aber gleichmäßig, oder man benutzt auch den von den Kupferstechern erprobten Radirfirniß (Deckgrund) und radirt, zeichnet mit einer Nadel die erforderlichen Zeichnungen, so daß sie das Wachs durchdringen, und die Nadel beim Zeichnen durchweg auf der Glastafel ruht. Es giebt Fälle, in denen man durchaus nicht anders verfahren kann, wie z. B. bei den Linien, welche dienen sollen eine Thermometerskale zu bilden, oder wenn ein Bild, eine Landschaft, was es irgend sei, auf der durchsichtigen Glastafel erscheinen soll. Es giebt aber auch Fälle, in denen der größte Theil der Tafel, der Glocke matt sein, ein beliebiges Muster aber durchsichtig bleiben soll, wie z. B. bei den Fensterscheiben in Comptoiren, in Hausfluren, oder auch bei solchen, wo die matt aussehenden Fensterscheiben eine nicht zu verrückende Jalousie bilden sollen, durch welche man nicht in das Zimmer hinein sehen kann, während es wohl möglich ist, daß man aus dem Zimmer auf die Straße sieht.

In diesem Falle überzieht man die Stellen, welche blank sein oder bleiben sollen, mit dem gedachten Deckgrund, wollte man aber die ganze Tafel so überziehen und dann wegkratzen, was hinderlich wäre, so daß ein bestimmtes Muster übrig bliebe, so würde dieses die Sache etwas kostbar machen. Für diesen Fall hat man Schablonen, welche das Muster enthalten, welches durchsichtig ist, wo das Glas unverändert bleiben soll.

Welchen Weg man auch einschlage — der Verfolg der Operation ist nunmehr derselbe. Auf eine Bleiplatte mit etwas umgebogenem Rande schüttet man gepulverten Flußspath und benetzt ihn mit concentrirter Schwefelsäure. Darauf wird die zu ätzende Glastafel auf die Bleikapsel gedeckt, und nun alles auf eine warme Eisenplatte geschoben, wo die Temperatur des Bleigefäßes etwa dreißig Grad erreicht; höher darf man sie nicht wohl steigern, weil sonst der Wachsüberzug schmilzt und die Striche der Zeichnung verlaufen. Es entwickeln sich bei dieser Temperatur in kurzer Zeit Dämpfe von Flußspathsäure, indem das Fluor mit dem Wasserstoff des Hydratwassers in der Schwefelsäure zu Fluorwasserstoffsäure wird und der frei gewordene Sauerstoff sich mit dem Calcium zu Kali verbindet.

Die nun gebildete Fluorsäure tritt nunmehr an das Glas, und da sie überhaupt höchst begierig nach irgend einer Verbindung, so erfaßt sie den Kiesel und das Kali des Glases, vertreibt daraus den Sauerstoff und verbindet sich mit dem Silicium und dem Kalium zu Fluorkieselkalium, während ihr Wasserstoff mit dem vertriebenen Sauerstoff zusammentritt. So entsteht an Stelle der Striche, die durch das Wachs hindurch bis auf das Glas geführt worden sind, oder an den Stellen, die auf den gemusterten

Glasplatten leer geblieben, von Wachs nicht bedeckt worden sind, die gedachte Verbindung und das Glas erscheint an diesen Stellen matt und rauh.

Man kann das Einätzen von Zeichnungen auch durch die flüssige verdünnte Säure erzielen. Dann aber sehen die Striche nicht matt aus, sondern das Glas wird vertieft, bleibt aber durchsichtig, weil das in der Säure enthaltene Wasser die Fluorverbindungen im Entstehungsmomente auflöst und wegspült. Beabsichtigt man die Zeichnungen durch eine Farbe zu füllen, so daß die Tafel wird wie eine Kupferstichplatte, vertiefte Linien, in welche man ein mit Oel angesetztes Pigment einreibt, so ist diese Methode ganz gut, sonst aber keineswegs, weil die Linien schwer sichtbar sind, um nun aber eine große Tafel matt, undurchsichtig zu machen, würde man garnicht so verfahren dürfen, denn das neu zu bildende Fluorkieselkalium soll die Tafel undurchsichtig machen, und dieses ist garnicht vorhanden auf der Tafel, sondern es befindet sich in der Säure, zu dem Behuf der Comptoirscheiben und ähnlicher Zwecke muß man also immer die Säure in Dampfform anwenden.

Da es so außerordentlich schwierig ist, die Säure isolirt und rein darzustellen, weil sie in dem Spath selbst sehr häufig mit Kiesel oder anderen Substanzen, mit Schwefelmetallen verunreinigt ist, so hat es bis jetzt noch nicht gelingen wollen, ihre Zusammensetzung genau genug zu ermitteln. Die Franzosen sind keck genug dies zu thun, und sie sagen, die Flußsäure bestehe aus einem Aequivalent Fluor und einem Aequivalent Wasserstoff, also aus 95,05 Fluorgas und 4,95 Wasserstoffgas — allein es ist sehr zweifelhaft, ob man dies geradezu unterschreiben dürfe.

Verbindungen des Fluor mit dem Sauerstoff und dem Stickstoff sind noch nicht aufgefunden, da sich Fluor aber in den Zähnen und den Knochen der Thiere findet, so dürften wohl wahrscheinlich solche Verbindungen stattfinden.

Fluor und Schwefel.

Es ist Davy gelungen, diese Verbindung darzustellen, indem er Fluorsilber oder Fluorblei mit Schwefel mengte und diese Substanzen in einem Platinapparat erwärmte, bis zuerst eine Vereinigung und theilweise Zersetzung der Substanzen, dann aber eine Destillation eintrat, welche Fluorschwefel als eine sehr flüchtige, an der Luft rauchende Flüssigkeit in die Vorlage brachte.

Nähere Untersuchungen haben hierüber noch nicht stattgefunden, und sind um so schwieriger, als die Verhältnisse der Verbindung sich der Beob-

achtung entziehen, da ein Theil des Schwefels sich immer mit dem Platin verbindet, — ein Theil! wieviel ist dies, in welchem Verhältniß steht mithin Fluor und Schwefel zu einander? Dergleichen oberflächliche Angaben haben keinen Werth für die Wissenschaft, aber Fluor scheint überhaupt nicht geneigt zu sein, sich wissenschaftlichen Untersuchungen zu unterwerfen.

Fluor und Selén.

M. Knox hat diese Verbindung dargestellt, indem er den Dampf von geschmolzenem Selén über Fluorblei streichen ließ, wodurch eine Zersetzung des Letztern, und eine Bildung von Fluorselén stattfand. Das Selén verband sich mit dem Blei, von dem es das Fluor vertrieb, dieses freigewordene Fluor fand Seléndampf vor, um sich mit demselben zu vereinigen, gasförmig fortzustreichen und sich an den kälteren Theilen des Apparates in krystallinischem Zustande niederzuschlagen oder anzusetzen. Diese Verbindung scheint eine ziemlich beständige zu sein, denn sie löst sich in concentrirter Fluorsäure unverändert, unzersetzt auf. Wässerige Säure bringt dagegen eine Zersetzung hervor, und reines Wasser thut dies vollständig, indem es den Körper in seine beiden Bestandtheile zerlegt, und indem die Bestandtheile des Wassers sich mit diesen einzelnen Elementen verbinden: das Selén wird mit dem Sauerstoff des Wassers zu seléniger Säure, das Fluor wird mit dem Wasserstoff des Wassers zu Fluorwasserstoffsäure. Da keine Gasentwickelung dabei stattfindet, also weder Sauerstoff noch Wasserstoff im Ueberfluß vorhanden ist, so muß Fluorselén nach der Formel Fl_2Se zusammengesetzt sein, zwei Aequivalent Fluor mit einem Aequivalent Selén, indem dies den Sauerstoff- und Wasserstoffmengen des Wassers, die sich gerade aufgehend damit verbinden, entspricht.

Fluor und Tellur.

Eine ganz gleichartig zusammengesetzte Verbindung findet auch statt zwischen den beiden gedachten Körpern. Wenn man tellurige Säure in Fluorwasserstoffsäure auflöst, die Auflösung abdampft und den Rückstand der Sublimation unterwirft — was natürlich nur in Platingefäßen geschehen kann — so erhält man ein weißes Sublimat, welches jedoch so schnell Feuchtigkeit aus der Luft anzieht, daß es in wenig Minuten zerfließt und

dann sich zersetzt, tellurige Säure entweicht und Fluorwasserstoffsäure zurückbleibt. Zu dem Fluor und dem Tellur, einem Haloidsalz, kommt nämlich das Wasserstoffoxyd, welches seinen Wasserstoff an das Fluor und seinen Sauerstoff an das Tellur abgiebt.

Jod. Jodine. J.

Der dritte der Salzbilder und ein Element, welches erst im Jahre 1811 durch den Fabrikanten Courtois in Paris bei Untersuchung der Mutterlauge seiner Natronfabrik entdeckt wurde.

In früheren Zeiten, bevor man dazu schritt, das Natron durch das Kochsalz zu gewinnen, und als die einzige Quelle desselben Aegypten mit seinen Natronseen war — bediente man sich der Asche von Seegewächsen zu diesem Behufe, so wie man zur Darstellung des Kali's die Asche der Landgewächse nahm. Diese Meerespflanzen boten sich von selbst dar in einer ungeheuren Masse von Tang (Fucus) aller Art, durch die Wellen vom Meeresboden losgerissen und auf den Strand geworfen. Diese wirren, wie schwarzes Heu aussehenden, fadenförmigen Gewächse, welche an andern Orten, wo man sie nicht besser zu verwerthen weiß, als Dünger auf die Aecker oder als Streu in die Ställe gebracht werden — trocknet und verbrennt man in Schottland, so wie in der Normandie, und die, wegen der darin enthaltenen schmelzbaren Salze, zusammensinternde Asche wird in Nordengland unter den Namen Kelp, in Nordfrankreich unter den Namen Barec entweder so wie sie da ist, roh verkauft, oder an Ort und Stelle zu kohlensaurem Natron verarbeitet, ein Geschäft, welches beträchtliche Renten abwarf, weil das Rohmaterial zur Gewinnung der Asche und zur Feuerung der Laugenkessel oder der Calciniröfen nichts kostete, gerade wie es in Rußland mit der Pottaschenfabrikation der Fall ist, woselbst die mannshohen Kräuter der Steppe, aus denen die Asche gebrannt und mit denen die Siedepfannen geheizt werden — auch nichts kosten.

Nun trat mit der rationellen Gewinnung solcher Fabrikate, bei welcher es gelang auch alle Nebenprodukte nutzbar zu machen, eine Zeit ein, in welcher die Gewinnung der Soda aus Kochsalz lohnender wurde, als die aus Seepflanzen, und damit würde die Benutzung derselben aufgehört haben, wenn die fortschreitende Chemie sich nicht mit Untersuchung aller möglichen Substanzen, also auch der aus den Tangarten gewonnenen Soda und der Mutterlauge, welche nach dem Ausscheiden dieses Salzes zurückblieb, beschäftigt hätte.

Hierbei fand sich eine bis dahin ganz unbekannte, eine neue Substanz, ein Element vor, welches von der Farbe seiner Dämpfe den diese Farbe bezeichnenden griechischen Namen erhielt. Jodes heißt Veilchenblau, Violet, davon anfangs Jodine (wie von Chloros, gelbgrün, Chlorine), dann abgekürzt Jod, so wie auch abgekürzt Chlor.

Um dieses Produkt zu gewinnen, verfährt man wie folgt: Man laugt den Kelp, die zusammengesinterte Asche der Seepflanzen, aus, und wenn man kann, so macht man einen Unterschied zwischen den verschiedenen Kelpsorten, die im Handel vorkommen und wählt solche, bei denen man verkohlte Stämme und Strünke von Fucus palmatus findet. Erstens giebt, wie man glaubt, diese Pflanze das meiste Jod, zweitens ist das Vorkommen im verkohlten Zustande ein Beweis, daß die Hitze beim Einäschern nicht so groß war, um auch diese Stämme statt sie zu verkohlen, nur in Asche zu verwandeln; man hat dies gerne, da Jod an sich schon flüchtig, und bei sehr mäßiger Wärme verdampfend, durch zu große Hitze aus der Asche vertrieben wird.

Diese Kelpsorte, meistens aus Irland kommend, wo der Fucus in ungeheuren Massen auf die Küsten geworfen, worauf derselbe getrocknet und in Gruben verbrannt wird, hat das meiste Jod und wird bei fabrikmäßiger Bereitung desselben in Glasgow in Schottland fast ausschließlich angewendet, in andern Ländern aber bedient man sich auch desjenigen Kelps, den man eben am leichtesten haben kann und laugt ihn aus, wie angegeben.

Die Lauge wird in großen Pfannen abgedampft. Die Sache ist lohnend, denn die gut bereitete Lauge hat den Kelp so ziemlich auf die Hälfte seines Gewichtes reducirt, so viel Salze sind in dieser Asche enthalten. Wie sich die Lauge concentrirt, so scheiden sich verschiedene Natronsalze ab, die mit großen Schaumlöffeln abgeschöpft werden, darunter walten Kochsalz, kohlensaures und schwefelsaures Natron vor.

Sind alle krystallisirbaren Salze entfernt, so läßt man die Lauge in flachen Pfannen erkalten, worauf sich eine bedeutende Menge von Chlorkaliumkrystallen ausscheidet, die eine auf der Oberfläche der Lauge schwebende, zusammenhängende Decke bilden.

Man entfernt dieses Salz und kocht die Lauge nun abermals so lange ein, bis beim Erkalten sich wieder Chlorkalium daraus abscheidet, eine Operation, die vielfältig erneuert werden muß, bis sich zuletzt kein solches Salz mehr zeigt. Alsdann hat man eine sehr concentrirte und dunkel gefärbte Lauge und in dieser ist, neben vielen andern Substanzen, auch das Jod vorhanden. Diese Mutterlauge oder besser Jodlauge versetzt man mit Schwefelsäure und kocht sie damit in einem offenen Gefäße, wodurch eine beträchtliche Menge Kohlensäure und Schwefelwasserstoffgas verjagt wird, auch schweflige

Säure und etwas Chlor entweicht noch. Die Lauge bleibt nun einige Tage ruhig stehen, wodurch sich Glaubersalz ausscheidet.

Die von diesem letztern abgegossene Lauge wird mit Braunstein vermischt in eine Retorte gebracht, mit einer doppelten Vorlage versehen, wie

Fig. 327.

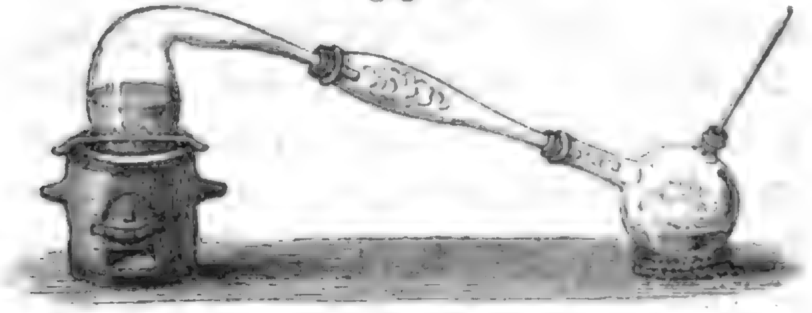


Fig. 327 zeigt, und dann einer langsamen Destillation unterworfen. In dieser Mengung verbindet sich die Schwefelsäure mit dem Natrium, an welches das Jod gebunden war und macht dieses frei, das Natrium erhält von dem Braunstein die nöthige Menge Sauerstoff, um zu Natron oxydirt zu werden, es bildet sich also schwefelsaures Natron (Glaubersalz) indessen das frei gewordene Jod entweicht, oder vielmehr vertrieben wird, da es keinen Anhalt mehr oder irgend eine Basis hat und in Dampfform nicht in einem so kleinen Raum mit sich immer vermehrender Menge bleiben kann. Es gelangt also in den mittleren Theil der Vorlage, den es bald mit prächtigen, hoch violetrothen Dämpfen füllt, worauf diese auch in die tubulirte Vorlage dringen und sich dort, schon mehr abgekühlt, früher als in dem Halse niederschlagen, indem sie stahlblaue Blättchen, kleine Jodkrystalle bilden. Diese Krystalle sind von anhängenden Wassertropfen feucht, sie müssen zwischen leinenem Fliespapier getrocknet und dann noch einmal in einem kleineren Apparate umkrystallisirt werden, sie sind nunmehr reines Jod.

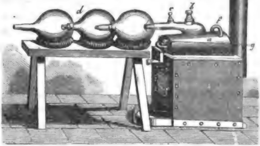
Fabrikmäßig bereitet man dasselbe in England nach Ph. Graham's Angabe auf eine nur wenig andere Weise. Die Mutterlauge wird, nachdem sie durch Kochen so viel als thunlich concentrirt und von dem Chlorkalium befreit worden ist, mit Schwefelsäure versetzt, bis sie stark sauer wird, es entweichen die oben gedachten Gase und gasförmigen Säuren, es scheiden sich Salze aus, es schlägt sich auch etwas Schwefel nieder. Die von allen diesen Verunreinigungen getrennte Mutterlauge wird nun in ein kleineres Kochgefäß a von cylindrischer Form, Fig. 328, gebracht, welches zwei Handhaben, f, g, hat, mittels deren es in ein Sandbad gelegt und eben so leicht heraus gehoben werden kann. Das Sandgefäß steht auf einem Ofen h, der von Eisenblech eben so gut wie von Mauerwerk sein kann; da die Flamme zur Erwärmung nur schwach zu sein braucht, so ist dieses gleichgültig.

Oben auf der Wölbung befindet sich eine Oeffnung mit erhabenem Rande, auf welchem der Helm b c gleichfalls von Blei befestigt und mit Thon lutirt wird (Jod greift denselben nicht an, wie Fluor thut, bei

welchem daher alle Lutirung vermieden werden muß), dieser Helm hat zwei Tubulaturen, welche mit gut passenden bleiernen Stöpseln verschlossen werden.

Um die Joddämpfe aufzufangen, bohrt man in eine ziemliche Menge Schwefelsäure-Ballons, dem Halse gegenüber, in dem etwas vertieften Boden ein Loch, gerade groß genug um den Hals des bleiernen Helmes sowohl, als den Hals einer anderen von den durchbohrten Flaschen oder Ballons aufzunehmen; man legt, wie hier deren drei zu sehen, so viele hintereinander auf Strohkränze als erforderlich, damit sich in dem letzten keine violetten Dämpfe mehr zeigen.

Fig. 328.



Ist Alles so weit vorbereitet, so wird durch die Oeffnung b Braunstein wohl gepulvert zu der Flüssigkeit gethan und diese umgerührt; man erwärmt nun die Retorte sehr allmählich und es entwickeln sich auch sofort die prächtig gefärbten Dämpfe, welche eine der Vorlagen nach der anderen füllen, so daß man bald nicht mehr sieht, was vorgeht. Da dient dann die zweite Tubulatur c; man öffnet sie und kann sofort wahrnehmen, ob die Operation noch ihren gehörigen Fortgang hat und erforderlichen Falles durch die Tubulatur b Braunstein oder Schwefelsäure eintragen. Auf den langsamen, regelmäßigen Fortgang der Operation kommt sehr viel an, jede turbulente Ueberstürzung derselben ist mit bedeutendem Verlust von Jod verbunden.

In der Mutterlauge ist das Jod an Natrium gebunden, es bildet damit Jodnatrium. Das Jod zu befreien dient der Wasserstoff der Säuren und der Sauerstoff des Braunsteins, davon der eine mit dem Jod die Jodwasserstoffsäure, der andere mit dem Natrium das Natron bildet, aber des Sauerstoffs ist zu viel in dem Braunstein vorhanden, um von dem Natrium absorbirt zu werden, darum verbindet sich dieser Ueberschuß nun mit dem Wasserstoff der Säure und läßt das Jod frei.

Wie durch diese Auseinandersetzung sich eigentlich von selbst ergiebt, so kann man dasselbe ohne Braunstein, durch Schwefelsäure allein, bewirken, wenn man diese nur im Ueberschuß zusetzt, das Hydratwasser giebt dann nicht allein Wasserstoff und Sauerstoff her, sondern ein Theil der Schwefelsäure wird auf eine niedrigere Oxydationsstufe zurückgeführt, so daß die Jodwasserstoffsäurebildung mit der darauf folgenden Zersetzung auf Kosten

Digitized by Google

der Schwefelsäure allein vor sich geht, allein man wählt diesen Weg eben deshalb nicht gern, weil die niedrigere Oxydationsstufe ein Gas, nämlich schweflige Säure, ist, die gleichzeitig mit den sich bildenden Wasserdämpfen in die Vorlagen geht und das kaum entwickelte Jod weder zur Jodwasserstoffsäure macht, andererseits aber dasselbe noch durch Schwefelsäure verunreinigt. Daher der vorhin beschriebene Weg fast immer gewählt wird.

Die in den Ballons sich niederschlagenden Joddämpfe setzen sich in stahlblauen oder stahlgrauen Schuppen an und werden nach der Trennung derselben von den Wänden nochmals aus kleineren Gefäßen sublimirt.

In Frankreich wird Jod auf eine andere Weise gewonnen. Nachdem die Lauge des Varec (der zusammengesinterten Asche aus Seepflanzen, welche in Frankreich diesen Namen trägt, während sie, wie bereits bemerkt, in England Kelp heißt) von den Salzen, die darin enthalten sind, befreit worden, säuert man die Mutterlauge an, läßt sie einmal aufkochen, abkühlen und absetzen und führt nun in die abgeklärte Jodlauge sehr vorsichtig Chlorgas ein, nur grade so viel als zur Fällung nöthig ist. Dieses Chlorjod wird abgeschieden, getrocknet in Thongefäße gebracht und aus diesen in steinerne Vorlagen sublimirt. Es bleibt dann abermals eine Mutterlauge zurück (aus der man das Chlorjod gewonnen hat); diese wird als das Haupterzeugungsmittel eines anderen Elements und Salzbilders, des Broms angesehen und werden wir hiervon später sprechen.

Bei einer wie bei der andern Jodbereitung ist übrigens ein Verlust von Jod beinahe unvermeidlich wegen seiner Neigung, sich mit anderen Salzbildern zu vereinigen; darum pflegt man noch einen andern Weg einzuschlagen, den nämlich, daß man das Jod durch Kupfervitriol oder Eisenvitriol in ein unlösliches Haloidsalz umwandelt, in Kupferjodür; eine so behandelte Jodlauge liefert nun durch Erhitzung mit Braunstein reines Jod.

So lange das Jod nur als Rarität von Wichtigkeit war, hat man sich nicht viel um die Quellen desselben bekümmert; seitdem es aber durch die Photographie eine ungeahnte Wichtigkeit und Verbreitung erlangt hat, ist es nicht mehr gleichgültig, ob und wo man dasselbe findet; im Gegentheil sucht man es auf und benutzt jede Anzeige, daß sich dasselbe da oder dort vorfinde, mit Sorgfalt, und wie sich die Prüfungsmittel vermehrten und verfeinerten, entdeckte man dasselbe in Körpern, in denen man es früher gar nicht vermuthet hatte.

So gab es eine Periode, in der man sagte: es ist doch eine ganz eigne Frage, wie denn das Jod in die Seepflanzen kommt, da doch der hierauf untersuchte Meeresboden, auf welchem die Pflanzen stehen und aus welchem sie ihre Nahrung ziehen, gar kein Jod enthält! Es ist ungefähr

so, als wenn man rein gewaschenen Kiesel mit eben so reinem Thon vermischt, dahinein irgend ein Getreide säet, es genügend begießt, ihm Luft, Licht, Wärme giebt und nun fragen wollte: woher kommt in diese Pflanze die Menge Kohlenstoff, welche sie enthält, da die Kieselerde und die Thonerde davon doch so wenig enthalten als das Wasser.

Die Experimentatoren haben gänzlich vergessen, daß außer dem Boden, worauf die Pflanze steht, noch ein Element vorhanden ist, worin sie ihr Wachsthum vollendet, sich ausbildet, ausbreitet, blühet 2c., die atmosphärische Luft nämlich, in welcher immer Kohlensäure enthalten ist, der der Pflanze die nöthige Kohle zuführe, auch wenn der Boden nicht Kohlenstoff enthält.

Eben so ist es mit dem Meeresboden — dieser braucht kein Jod zu enthalten, wenn das Wasser, worin die Pflanzen stehen, wachsen, blühen, Früchte ansetzen und reifen — wenn dieses die Pflanzen umgebende Element nur Jod enthält. Nun so ist es auch — das Meereswasser enthält Jod und zwar in nicht unbeträchtlicher Menge, Jod ist in allem Meerwasser nachgewiesen, ist im Steinsalz, ist in vielen Salzquellen vorhanden, ja man hat dasselbe in der Ackererde, in einer Menge Landpflanzen und Süßwasserpflanzen, in Süßwasserthieren, Krebsen, Blutegeln, in Torf, in den Steinkohlen, im Ammoniakwasser, welches die Erzeugung des Leuchtgases begleitet, endlich sogar im Thau, im Regenwasser und in der atmosphärischen Luft gefunden und in Folge dieser Untersuchungen ist also dargethan, daß dieses Element durchaus nicht sparsam, sondern im Gegentheil sehr vielfältig und sehr weit verbreitet ist und eben so wie sich die Mittel, Jod zu entdecken, vermehrt haben, so sind auch die Mittel, dasselbe zu gewinnen, um Vieles verbessert; so z. B. dadurch, daß man die Tange nicht vorher verbrennt, sondern sie in Fässer bringt, einer von selbst eintretenden Gährung überläßt, auspreßt und aus diesem Safte das Jod ausscheidet, wodurch der Gewinn sehr bedeutend erhöhet wird, da Jod flüchtig ist und beim Verbrennen des Tang in großer Menge entweicht, welches so weit gehen kann, daß (falls eben die Temperatur bei dem Verbrennungsprozesse zu hoch war) in der rückbleibenden Asche (Kelp, Varec) keine Spur von Jod zu finden ist.

Eigenschaften des Jod.

Im Handel erhält man dasselbe in Gestalt metallisch glänzender, krystallinischer Blättchen, welche die Farbe dunkel angelaufenen Stahles haben. Trotz dieser krystallinischen Struktur und seiner Schwere, welche

die des Wassers fünfmal übertrifft (daher man es auch eine Zeit lang zu den Metallen zählte), ist es doch so weich, daß es sich im Mörser ohne Widerstand zerdrücken läßt, nicht einmal so viel knirschendes Geräusch macht wie Zucker, wenn er zerrieben wird. Diese Krystalle schmelzen bei einer Temperatur von 107 Grad C. und sieden bei 180°; allein Jod ist bei weitem flüchtiger als dieser hohe Schmelz- und Siedepunkt glauben läßt, es verdampft bei jeder Temperatur und aus einem offenen Gefäße verschwindet Jod nach und nach vollständig, ein durch Kork verschlossenes, mit Papier verbundenes Gefäß gewährt keinen hinlänglichen Schutz, der Kork und das Papier werden tief dunkel gebräunt und zerstört.

Der bei gewöhnlichen Temperaturen unsichtbare Dampf hat bei höheren Wärmegraden eine violette Farbe von solcher Pracht und Intensität, daß dieselbe sich gar nicht beschreiben läßt. Man zeigt sie in den Vorlesungen gewöhnlich, indem man eine sehr dünne florentiner Oelflasche, nachdem man ein Quentchen Jod hinein gebracht, so weit als möglich erwärmt, ohne das Jod zum Schmelzen zu bringen und dann, nachdem die in der Flasche enthaltene Luft genügend verdünnt ist, zuschmilzt.

Eine solche Flasche kann nun über einer Spirituslampe gefahrlos erwärmt werden (was nicht der Fall, wenn sie ganz voll Luft wäre) und das von der Erhitzung jetzt vorzugsweise betroffene Jod verdampft und erfüllt die Flasche mit seinen überaus schönen, purpurvioletten Dämpfen, welche im reflectirten wie im durchgelassenen Lichte gleich wunderbar prachtvoll sind.

So wie die Flasche erkaltet, setzen sich die Joddämpfe als zarte Krystallplättchen rund um an den Wänden nieder; man kann sie auch auf eine bestimmte Stelle versammeln, wenn man diese z. B. nur mit gewöhnlichem Brunnenwasser abkühlt, dorthin schlägt sich alles nieder; nichts ist so leicht zu sublimiren, so leicht von einem Orte zum andern zu jagen, als grade Jod. Sein Dampf aber ist der schwerste, den man bis jetzt kennt, sein specifisches Gewicht ist nämlich 8,716, das heißt er ist beinahe neunmal so schwer als atmosphärische Luft.

Jod hat einen specifischen Geruch, er ist schwer mit irgend einem andern zu vergleichen, am meisten nähert er sich noch dem der unterchlorigen Säure, allein wer sagt mir wie diese riecht? Der Geschmack ist herbe und scharf und bleibt sehr lange auf der Zunge; es ist äußerst giftig, kann aber in kleinen Dosen als Arzneimittel mit Vortheil gegen Drüsenanschwellungen angewendet werden; so ist es denn auch als ein Specificum gegen den Kropf bekannt. Wie vorsichtig man aber sein müsse, geht aus einer dem Verfasser bekannt gewordenen Erfahrung hervor. Eine junge, sehr schöne und kräftige Frau verlor ihr erstes Kind,

nachdem dasselbe etwa drei Wochen lang die Muttermilch getrunken. In solchem Falle greifen Hebeammen gewöhnlich hinter dem Rücken des Arztes zu Quacksalbereien, um die Milch zu vertreiben. Es wurden Jodsalben angewendet und die Milch verschwand allerdings, aber mit sammt den Milchdrüsen, so daß die unglückliche Frau die schönste Zierde des weiblichen Geschlechts ganz verlor und bei späteren Geburten kein Kind mehr stillen konnte.

Im Wasser ist Jod nur in geringer Menge löslich, doch sind die Angaben über die Menge höchst verschieden, Gay Lussac sagt, Wasser löse kaum $\frac{1}{7000}$, dagegen Jaquelain wieder behauptet, die Löslichkeit ginge bis auf $\frac{1}{500}$.

Auch Alkohol und Aether lösen das Jod auf, die Lösungen desselben in den drei Flüssigkeiten sind braun und sie färben auch die Haut braun, allein diese Färbung vergeht nach einiger Zeit. Höchst auffallend ist dagegen die Lösungsfähigkeit des Jod in Chloroform und in Schwefelkohlenstoff. Das letztere erhält dabei eine höchst gesättigte violette Farbe. Die Lösung in Chloroform ist braun, wird aber merkwürdigerweise durch Zusatz von Wasser roth.

Die Mittel, Jod zu entdecken, sind nicht mannigfaltig, es sind eigentlich nur zweie, allein sie sind sehr empfindlich. Stärkekleister wird durch Jod blau gefärbt, Schwefelkohlenstoff wird roth gefärbt. Die Operationen sind sehr einfach, sie bestehen in Zusatz von einem oder dem andern gedachten Stoffe zu der Flüssigkeit, welche man prüfen will. In ein Probiergläschen bringt man dieselbe und setzt ein Paar Tropfen Schwefelalkohol (Schwefelkohlenstoff) dazu, schüttelt es damit um, und das niedersinkende Schwefelpräparat wird roth gefärbt sein, wenn Jod in der Lösung war (blau, wenn man statt des Schwefelkohlenstoffes Stärkekleister anwendet).

Die Jodverbindungen zeigen dieses nicht, wenn man das Jod nicht aus den Verbindungen befreit; dieses ist aber sehr leicht, indem man nur eine kleine Quantität Schwefelsäure mit rauchender Salpetersäure versetzen und von dieser Mischung ein Paar Tropfen zu der Lösung tragen darf, welche man zu prüfen gedenkt, die darin enthaltenen Jodverbindungen werden durch die Säuren gelöst, das Jod wird frei und verkündigt den Prüfungsmitteln seine Anwesenheit.

Wie alle neu entdeckten Medicamente, so erreichte auch Jod eine unglaubliche Wirksamkeit und eine gewaltige Wichtigkeit in der Medicin, und Dr. Mises (Fechner) hat eine der glänzendsten Satyren über diesen Gegenstand geschrieben: „Beweis, daß der Mond aus Jodine bestehe“. Indessen hat sich der Fanatismus für das Jod als Arzneimittel gelegt, allein ein andrer Wirkungskreis ist für dasselbe aufgetaucht.

Schon vor einer ganzen Reihe von Jahren wurde die Eigenschaft des Chlorsilbers, durch das Licht geschwärzt, d. h. zum Theil reducirt zu werden, bemerkt, und Chlorsilber oder Hornsilber, wie es auch genannt wurde, pflegte man deshalb in dunklen Schränken und in solchen Flaschen zu bewahren, die auswendig ganz mit schwarzem Papier beklebt waren.

Mehrere Leute, unter ihnen schon Wedgewood, später auch H. Davy, kamen auf den Gedanken, Kupferstiche dadurch zu copiren, daß sie ein mit Chlorsilber getränktes Papier auf einen Kupferstich legten, beides glatt an einander preßten, den Kupferstich aber der Sonne aussetzten, wodurch natürlich eine verkehrte Copie des Kupferstiches entstehen mußte, d. h. nicht nur eine solche, bei welcher dasjenige links, was bei dem Kupferstich rechts, wie z. B. bei den echten Hogarth's, wo der Kupferstecher die Zeichnung, so wie sie vorlag, auf die Kupferplatten übertrug; der Abdruck also einen Advokaten zeigte, der die Feder mit der linken Hand schnitt, und einen Offizier, der den Degen an der rechten Seite trug, Beweis der Gedankenlosigkeit des handwerksmäßigen Kupferstechers (die Riepenhausenschen Nachdrücke oder Nachstiche brachten dieses wieder ins richtige Gleis, auf dieselbe Art wie es vorher in das falsche geführt worden war), sondern in dem Sinn umgekehrt, daß weiß erschien, was auf dem Kupferstich schwarz, dagegen schwarz dasjenige, was auf dem Kupferstich weiß war.

Es lag nun sehr nahe die so gewonnene Copie, welche einer Zeichnung mit Kreide auf einer schwarzen Tafel zu vergleichen gewesen wäre, nochmals zu copiren; allein nun wurde das ganze Blatt, welches man mit Chlorsilber getränkt hatte, schwarz. Und der berühmte Davy kam nicht auf den einfachen Gedanken das Chlorsilber durch irgend ein Alkali zu neutralisiren. Wäre er auf diesen Gedanken gekommen, der eigentlich so unbeschreiblich nahe lag, daß vielleicht gerade deshalb er ihn übersah, nicht fand — so wäre er Erfinder der Photographie geworden, die lediglich auf diesem Wege entdeckt worden ist, eigentlich ganz gleichzeitig mit der Daguerreschen Erfindung, nur um weniges später dem Publikum durch Veröffentlichung zugänglich gemacht, weil Talbot seine Erfindung noch nicht für reif hielt, als Daguerre mit der seinigen hervortrat und ihn (Talbot) nöthigte ein Gleiches zu thun, wenn er nicht als ein bloßer Nachtreter erscheinen wollte, indeß sein Verfahren ein durchaus anderes als das Daguerresche und seine Erfindung eine durchaus selbstständige ist.

Beide aber bedienen sich jetzt des Jods als eines unerläßlichen Hülfsmittels für die Zwecke der Photographie, der Lichtzeichenkunst, und Daguerre wandte dieses zuerst an, indem er eine ganz ebene und schön polirte Silberplatte den ungleichen Lichteindrücken aussetzte, welches geschieht, wenn

man eine solche Platte mit einem Kupferstich bedeckt, oder wenn man sie in den Focus eines convexen Glases bei einer Camera obscura setzt.

Es kann an diesem Punkte nicht eine Abhandlung über Photographie gegeben werden, sie gehört in das Kapitel von den Wirkungen des Lichts und wird dort ihren Platz finden; allein es war nöthig hier zu sagen wozu Jod vorzugsweise gebraucht wird, und der Verbrauch dieses Materials behufs der Jodirung von Silberplatten oder der Jodirung des Collodiums, mit welchem die Glasplatten zur Photographie überzogen werden, ist so außerordentlich, daß mehrere große Fabriken in England, Frankreich und Deutschland sich ausschließlich mit der Bereitung des Jod beschäftigen und dasselbe einen bedeutenden, umfangreichen Handelsartikel bildet.

Verbindungen des Jod mit dem Sauerstoff.

Man kennt davon genauer und so daß über dieselben kein Zweifel ist, nur zweie; die französischen Chemiker nehmen aber an und beschreiben deren viere. Diese Verbindungen heißen:

Jodsäure aus einem Aequivalent Jod und fünf Sauerstoff $J.O_5$,
Ueberjodsäure aus 1 Aequival. Jod und sieben Sauerstoff $J.O_7$,
hiezu kommen die von Millon entdeckten und beschriebenen, noch aber für zweifelhaft gehaltenen
Unterjodsäure aus einem Aequivalent Jod und 4 Sauerstoff $J.O_4$,
Jodunterjodsäure (Acide sous hippojodique) $J.O_{19}$,
welche Pelouze für eine Mischung aus viermal $J.O_3$ und $J.O_7$ ansieht, was dann vereinigt giebt fünf Jod und neunzehn Sauerstoff.

Jodsäure $J.O_5$.

Wenn man Jod mit sehr concentrirter Salpetersäure von 1,5 specifischem Gewicht vermischt, ein Theil Jod auf fünf Theile rauchende Salpetersäure giebt, so bildet sich in dieser Mischung die Jodsäure durch Oxydation des Jod auf Kosten der Salpetersäure. Man macht diese Mischung in einer Retorte, bei sehr gelinder Erwärmung derselben, es bilden sich dabei Krystalle, die von anhängendem, unverändertem Jod röthlich gefärbt sind;

man trennt sie durch Abgießen und durch Abdampfen von der Säure, wo sie dann als weißes Pulver erscheint. Man hat noch mehrere Bereitungsarten, unter denen eine bequemere, von Millon erfundene, welche zehn mal so viel Mühe macht als die angegebene, darum wollen wir derselben nicht weiter erwähnen.

Die Säure ist im Wasser löslich und krystallisirt daraus in kleinen, sechsseitigen Tafeln; sie röthet das Lakmuspapier und bleicht es, entfärbt es vollständig. Sie ist leicht zersetzbar und darum auch sehr geneigt, andere Körper, Metalle, organische Substanzen zu oxydiren; schweflige Säuren und Schwefelwasserstoffgas, ebenso Chlorwasserstoffsäure, zersetzen sie sofort und machen das Jod frei.

Die Säure kann unter drei Formen erscheinen, als Hydrat mit einem Aequivalent Wasser, in welchem Falle sie sich aus einer concentrirten wässrigen Lösung in der Kälte ausscheidet; als Hydrat mit ⅓ Aequivalent Wasser, so wird sie dargestellt, wenn man die erste mit wasserfreiem Alkohol übergießt, der ihr ⅔ ihres Hydratwassers entzieht; drittens als wasserfreie Säure, welchen Zustand sie annimmt, wenn man eines der Hydrate bei 170° C. trocknet, da sich das Hydratwasser verflüchtigt.

Bis zum Dunkelrothglühen erhitzt, wird die Säure in Jod und Sauerstoff zerlegt. Mit Salpetersäure verbunden und erhitzt, bilden sich nach der Erkältung Krystalle von rhomboedrischer Form, welche Jodsäure, Salpetersäure und Krystallwasser enthalten; die Verbindung ist jedoch keine sehr feste, denn sie wird durch Erwärmung getrennt, indem Sauerstoff und Jod entweichen, Salpetersäure und sie verdünnendes Wasser zurückbleiben.

Sie verbindet sich auch mit anderen Säuren, mit Phosphorsäure zu gelben Krystallen, mit Borsäure zu einer zwar nicht krystallisirteren, aber viel beständigern Substanz, als die Jodsäure selbst ist, indem diese Verbindung durch Temperaturerhöhung nicht zersetzt wird. In sehr concentrirter Schwefelsäure, welche beinahe bis zum Siedepunkt erhitzt ist, löst sich die Jodsäure auf und bildet beim Erkalten verschiedene Verbindungen von Schwefel und Jodsäure, welche beim Abdampfen unter der Luftpumpe auch krystallisiren, unter Zutritt der Luft jedoch nicht, weil sie durch die Feuchtigkeit derselben zerfließen.

Die Salze, welche diese Sauerstoffsäure bildet, sind meistens schwer löslich, beim Erhitzen geben sie Sauerstoff ab und hinterlassen Jodmetalle. Desoxydirende Substanzen zersetzen die Jodsäure, wenn sie Salze bildet, beinahe eben so leicht, als sie die freie Jodsäure zersetzen.

Ueberjodsäure $J.O_7$.

Die Entdeckung dieser Säure gesteht selbst Pelouze den Herren Magnus und Ammermüller zu; ein Beweis, daß die Franzosen nicht den Punkt eines Semicolons an Ansprüchen auf diese Entdeckung haben, sonst würden wir gewiß erfahren, welcher großer Geist jenseits des Rheins die Erfindung zwei bis zwanzig Jahre später gemacht als die Deutschen.

Die Säure wird gewonnen, wenn man einen Theil Natronhydrat in wenig Wasser löst und dazu einen gleichen Antheil jodsaures Natron setzt, die beiden Lösungen miteinander filtrirt in einen Glaskolben bringt, im Wasserbade beinahe bis zum Sieden erhitzt und dann Chlorgas durch die heiße Flüssigkeit leitet.

Es entsteht hierdurch Kochsalz (Chlornatrium) und überjodsaures Natron, welches, mit Wasser verbunden, der Formel $2NaO, 3HO, J.O_7$ entspricht. Läßt man die Lösung erkalten, so scheidet das überjodsaure Natron sich krystallisirt aus. Man löst dasselbe unter Zusatz von etwas Salpetersäure im Wasser auf und setzt salpetersaures Silberoxyd zu, welches sich nun mit der Ueberjodsäure verbindet und das Natron frei läßt.

Man wäscht nunmehr dieses Jodsilbersalz aus und löst es in warmer Salpetersäure auf, aus welcher Lösung man durch Abdampfung orangefarbige Krystalle erhält, welche aus einem wasserfreien Salz mit einem Aequivalent Silberoxyd und einem Aequivalent Säure bestehen, welche die merkwürdige Eigenschaft haben, durch Lösung im Wasser zersetzt zu werden, so daß Silberoxyd sich ausscheidet und die Ueberjodsäure im Wasser verdünnt erhalten wird.

Man kann diese verdünnte Säure durch Erhitzung concentriren bis auf einen gewissen Grad — dann darf die fernere Concentration nicht durch Wärme befördert werden, weil die Säure sich zersetzen würde, sondern man muß sie über Schwefelsäure im luftverdünnten Raume vornehmen, dann erhält man schöne, rhomboidale Prismen, die fünf Theile Krystallwasser auf einen Theil Säure enthalten ($5H.O, J.O_7$) und deshalb auch an der Luft leicht zerfließen, so wie sie hinwieder bei 130 Grad in ihrem eigenen Wasser aufgelöst werden — schmelzen. Wenn man sie noch weiter erhitzt, so zersetzen sie sich.

Die Säure hat nur wenig oder gar keinen technischen Werth, sie ist im Wasser leicht, auch noch im Weingeist, viel weniger, wenn schon immer noch etwas, im Aether löslich, und wirkt zerstörend auf organische, oxydirend auf metallische Körper. Die Salze dieser Säure sind dagegen sehr schwer oder gar nicht löslich.

Unterjodsäure $J.O_4$ und Jodunterjodsäure $J_5 O_{19}$

sind zwei von Millon entdeckte Verbindungen des Jod mit dem Sauerstoff, sie haben jedoch für die praktische Chemie oder für die Technik so wenig Werth, daß wir dieselben hier füglich übergehen können.

Verbindung des Jod mit dem Wasserstoff.

Jodwasserstoffsäure H.J.

Es giebt nur eine solche Verbindung, welche aus einem Aequivalent Jod und einem Aequivalent Wasserstoff besteht und ganz der Chlorwasserstoffsäure entspricht und deshalb auch einen ganz ähnlich zusammengesetzten Namen, Jodwasserstoffsäure oder Hydrojodsäure, hat.

Wie bei der vorgedachten Wasserstoffsäure so auch bei dieser vereinigen die beiden Bestandtheile derselben sich nicht direct; man kann Joddampf und Wasserstoffgas Tage und Monate lang in demselben Raume miteinander einschließen, es findet keine Verbindung statt, auch das Licht, welches Wasserstoff und Chlor mit großer Energie vereinigt, thut dieses mit dem Jod keinesweges, selbst wenn man Joddampf mit Wasserstoffgas gemengt durch eine bis zum Rothglühen erhitzte Porzellanröhre streichen läßt, wird nichts weiter erzielt, als daß diese beiden Substanzen stärker erhitzt aus der Röhre treten, als sie hineingetrieben worden sind.

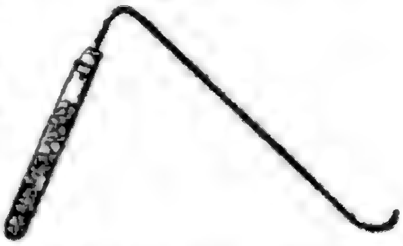
Wenn man indessen einen Apparat zusammenstellt, ähnlich jenen ziemlich aus der Mode gekommenen Feuerzeugen, bei denen ein feiner Strom von Wasserstoffgas durch vorgehaltenen Platinschwamm entzündet wird, so findet eine Vereinigung der beiden Elemente statt. Man läßt aus solchem Apparat (der nur bedeutend größer gemacht zu werden pflegt) ein Gemenge von Wasserstoffgas und Joddampf in eine Glasröhre treten, in welcher Platinschwamm befindlich, der durch eine darunter gehaltene Gas- oder Weingeistflamme bis auf 400° erhitzt ist. Hier tritt durch die sehr vermehrte Oberfläche, welche der Platinschwamm den beiden Gasarten bietet, eine solche Wirkung ein, die man mit dem Namen Contactwirkung belegt hat (allerdings ohne irgend etwas an der Erscheinung zu erklären); unter dem Einflusse derselben verbinden sich, unterstützt durch die hohe Temperatur, die beiden Elemente mit einander und bilden Jodwasserstoffsäure.

Es ist dieses jedoch durchaus nicht der Weg, welchen man wählt, um

Jodwasserstoffsäure zu bereiten, man wendet sich, um sie zu erhalten, an einen Körper, der eine Jodverbindung enthält und scheidet das Jod von diesem ab, indem man ihm Gelegenheit bietet, sich im Entstehungsmoment mit eben so frisch entstandenem Wasserstoff zu verbinden. Dies geschieht, indem man Jodphosphor bei gelinder Erwärmung mit etwas Wasser benetzt.

Das Präparat wird dadurch erhalten, daß man neun Theile trockenes Jod mit einem Theil Phosphor in eine, unten zugeschmolzene, Glasröhre, Fig. 329, bringt, mit zerstoßenem Glase bedeckt und dann erwärmt. Es einigt sich alsbald Jod und Phosphor zu einem Körper, der jedoch eben so leicht wieder zersetzt werden kann, wenn man einige Tropfen Wasser dazu bringt, weil die Verbindung äußerst locker ist, hingegen die beiden Körper in dem Wasser diejenigen Stoffe finden, mit denen sie sich leichter und lieber verbinden.

Fig. 329.



Man preßt auf diese Röhre mit dem Jodphosphor einen gut schließenden Kork, durch welchen man eine doppelt gekrümmte Gasentbindungsröhre geführt hat, bringt einige Tropfen Wasser auf das zerstoßene Glas, so viel, daß es bis zu dem Jodphosphor hinabdringt, der unter dem Glase liegt — nach den französischen Angaben werden die beiden Operationen der Bildung von Jodphosphor in der Abscheidung der Jodsäure vereinigt, indem man, nachdem Jod und Phosphor zusammen gebracht und mit Glaspulver bedeckt ist, gleich dieses letztere benetzt und nun erst den kleinen Kolben erwärmt. In dem Augenblick, in welchem sich Jodphosphor bildet, wird er durch das hinzutretende Wasser zersetzt.

Gleichviel aber welchen Weg man gehen möge, das Resultat ist immer dasselbe, es verbindet sich der Phosphor mit dem Sauerstoff des Wassers zu phosphoriger Säure, und der Wasserstoff, frei geworden, verbindet sich im Entstehungsmoment mit dem freigewordenen Jod, beide bilden die Jodwasserstoffsäure, welche als Dampf aus der Gasentbindungsröhre entweicht, und in einer leeren Flasche aufgefangen werden muß, gerade auf dieselbe Art, wie man Chlorgas auffängt, denn Wasser kann man nicht anwenden, weil dieses das entwickelte Gas mit großer Begierde absorbirt, Quecksilber aber noch weniger, weil dieses die mühsam gebildete Säure zersetzt; im ersten Falle hat man doch wenigstens Jodwasserstoffsäure, nur mit Wasser verdünnt, im andern Falle aber hat man Jodquecksilber und Wasserstoff.

Da das specifische Gewicht des Jodsäuredampfes 4,5 ist, d. h. da es vier und ein halb mal so schwer ist als atmosphärische Luft, so hat seine Einsammlung in eine Flasche (mit ziemlich engem Halse) gar keine Schwierigkeit, man leitet das Entbindungsrohr bis auf den Boden der Flasche und vertreibt dadurch die darin enthaltene Luft vollständig, indem der

Säuredampf eine ganz horizontale Fläche bildet, allerdings würde man dieses nicht sehen, denn das Gas ist farblos wie die Luft, da diese gasförmige Säure aber mit der Luft in Berührung gebracht, weiße Nebel bildet, so zeigen diese den Stand des Säuregases sehr deutlich an.

Der Geruch des Gases ist dem des Chlors sehr ähnlich, nur stechender, es röthet das befeuchtete Lakmuspapier schnell und energisch. Um es zu einer Flüssigkeit zu verdichten braucht man bei dem Gefrierpunkt des Wassers nur einen Druck von vier Atmosphären und bei 17 Grad unter Null gar nur von zwei Atmosphären. Läßt man die so erhaltene Flüssigkeit noch weiter erkalten, so erstarrt sie bei —55° zu Eis, d. h. zu einer festen, klaren, durchsichtigen Masse, welche mit Eis dem Ansehen nach die größte Aehnlichkeit hat.

Bringt man in das Jodsäuregas ein Metall in zerkleinertem Zustande oder auch in größeren Stücken, nur ganz rein, mit blanker Oberfläche, so wird die Säure sofort zersetzt, es bildet sich ein Jodmetall und das Wasserstoffgas wird frei. Ist es ein Oxyd, welches man zu der Jodwasserstoffsäure bringt, so verbindet sich das Jod der Säure mit dem Metall zu einem Jodmetall und das Sauerstoff des Oxydes mit dem Wasserstoff der Säure bildet Wasser.

Es giebt Jodmetalle, welche im Wasser löslich und andere, die es nicht sind. Bringt man ein Metallsalz von solcher Art, daß sein Jodmetall unlöslich sein würde, im aufgelösten Zustande mit Jodwasserstoffsäure in Verbindung, so entsteht auch hier sofort ein Jodmetall, da aber, wie vorausgesetzt worden, dies Jodmetall im Wasser nicht löslich ist, so zeigt sich die Bildung dieses Jodmetalls durch eine Trübung der Salzlösung und durch einen Niederschlag, dies giebt ein Erkennungsmittel für die Anwesenheit von Jod.

Die Zusammensetzung der Jodwasserstoffsäure ist ganz der aller übrigen Salzbilder gleich, sie verhält sich also wie Chlor und Fluor zum Wasserstoff. Allerdings läßt sie sich nicht auf diese Weise analysiren wie die Chlorwasserstoffsäure, indem man sie mit Kalium über Quecksilber erhitzt, weil das Quecksilber von dem frei werdenden Jod sofort in ein Jodmetall verwandelt wird, allein man erfährt ihre Zusammensetzung durch Berechnung der Dichtigkeit der Stoffe, welche sie bilden.

1 Volumen Jodwasserstoffsäuregas ist zusammengesetzt aus $\frac{1}{2}$ Volumen Joddampf und $\frac{1}{2}$ Volumen Wasserstoffgas.

Die Dichtigkeit des Joddampfes ist	4,39
Die Dichtigkeit des Wasserstoffgases ist . . .	0,03
	4,42

Nach Pelouze 4,39, nach Regnault 4,45, nach Anderen gar 4,50, im

Ganzen stimmen die Zahlen gut überein, denn es handelt sich immer nur um Hunderttheile, und man kann um des leichteren Behaltens willen ohne erheblichen Fehler 4½ mal so schwer als atmosphärische Luft sagen.

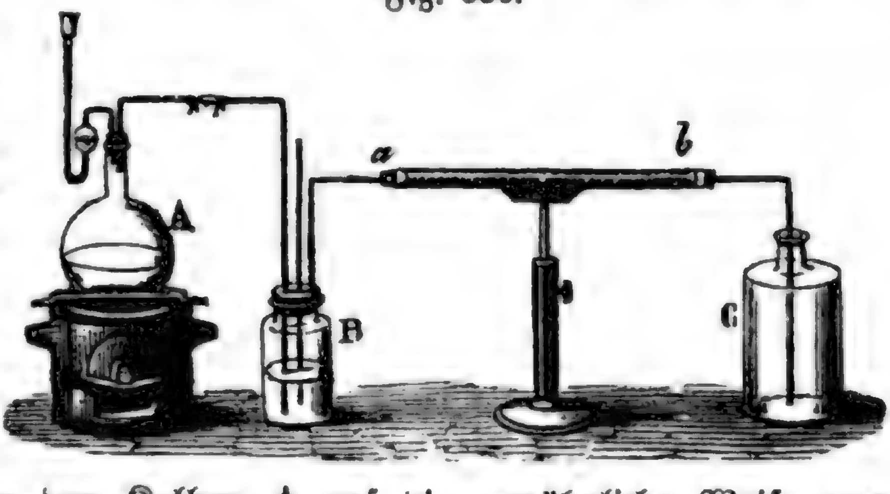
Jodwasserstoffsäure löst sich leicht und reichlich in Wasser auf, allein die Verbindung oder Verdünnung ist nicht sehr beständig; unter Zutritt der Luft zersetzt sich ein Theil der Säure, indem der Wasserstoff derselben sich mit dem Sauerstoff der Luft verbindet und das Jod frei macht. Dieses bleibt in der verdünnten Säure gelöst und färbt dieselbe gelblich, da aber die Zersetzung weiter schreitet, also auch nach und nach mehr Jod in die Flüssigkeit kommt, so wird diese immer dunkler, wie sie ärmer an der farblosen Jodwasserstoffsäure und reicher an ausgeschiedenem Jod wird.

Es tritt endlich ein Punkt ein, wo der Jodwasserstoffsäure so wenig wird, daß sie nicht mehr genügt um das ausgeschiedene Jod aufgelöst zu erhalten, sobald dieser Zeitpunkt eintritt, setzt sich das nicht mehr gelöst zu erhaltende Jod in sehr schönen, wenn dessen viel ist, in sehr großen, auffallend ausgebildeten Krystallen an den Wänden oder dem Boden des Glases an.

Wenn eine Zersetzung der Jodwasserstoffsäure schon durch den Sauerstoff der Luft eintritt, so wird begreiflich dies in einem noch viel höheren Grade der Fall sein bei Substanzen, welche, wie z. B. andere Säuren, den Sauerstoff in größerer Menge darbieten und leicht abgeben, also mit der salpetrigen Säure oder der Untersalpetersäure. Allein nicht nur diese, sondern auch die concentrirte Salpetersäure und Schwefelsäure thun dasselbe, so wie schwefelsaure Salze &c., dergestalt, daß die Jodwasserstoffsäure zu den am leichtesten zersetzbaren Säuren gezählt werden muß.

Eine leichte Art die verdünnte Jodwasserstoffsäure darzustellen ist folgende. Jod läßt sich sehr fein pulverisiren, und obwohl es im Wasser nicht löslich, so kann man dasselbe durch seine feine Zertheilung doch dem Wasser in einer Art beimengen, daß es eine Zeitlang darin schweben bleibt und durch Umrühren der Flüssigkeit, wenn es sich abzusetzen beginnt, immer wieder erhoben wird.

Fig. 330.



Leitet man zu solcher Mengung, welche in der Flasche C befindlich ist, Schwefelwasserstoffgas in den Kolben A auf die gewöhnliche Weise aus Schwefeleisen bereitet, zur Entfernung anhängender Säuren durch die Mittel-

flasche B geführt und dann durch den Trockenapparat ab (die bekannte Röhre mit Chlorkalk gefüllt), so verbindet sich in dem Augenblick des Eintritts des Gases in die Flasche (welche bis zu der Umbiegung nach dem Halse zu mit Wasser und darin suspendirtem Jod gefüllt ist) der Wasserstoff der Schwefelwasserstoffsäure mit dem Jod, bildet damit Jodwasserstoffsäure, und der Schwefel wird frei, welcher nun in Form des präcipitirten Schwefels (Schwefelmilch) als äußerst feines Pulver niedersinkt. Die Verbindung gestaltet sich so, daß HS zu J tritt, daß H mit J sich zu HJ verbindet und S frei wird.

Eine Unbequemlichkeit entsteht hierbei dadurch, daß der frei vertheilte Schwefel sich an die, bei weitem nicht so fein vertheilten, Jodsplitterchen hängt und sie vor der Berührung und also auch vor der Verwandlung durch den Wasserstoff schützt, was man nicht haben will. Um das zu vermeiden, löst man das Jod auf. Dies geht aber nicht im Wasser und deshalb verfährt man folgendermaßen. Man bringt eine kleine Quantität des Jod in Pulverform in das Wasser und leitet nun Schwefelwasserstoffgas dazu. Dabei entsteht, was man haben will, Jodwasserstoffsäure. Diese ist fähig Jod aufzulösen, und man bietet ihr etwas weniger dar, als sie lösen könnte, dann führt man abermals Schwefelwasserstoffgas zu und dadurch wird die Menge der Säure vermehrt, diese ist nun aber im Stande wieder mehr Jod aufzulösen, und zu der stärkeren Jodwasserstoffsäure, welche viel Jod gelöst hat, führt man wiederum Schwefelwasserstoffgas 2c.

So bietet man dem Letzteren immer mehr nicht im Wasser schwebendes, sondern in der Säure gelöstes Jod, an welches sich kein Schwefel ansetzen kann, welches aber desto leichter durch den Wasserstoff in Jodwasserstoffsäure zu verwandeln ist. Man hat nunmehr eine Lösung von Jodwasserstoffsäure in Wasser, welche, nachdem man sie so stark gemacht, als für nöthig gehalten wird, noch vom Schwefelwasserstoff und vom Schwefel gereinigt werden muß. Die Anwesenheit von Schwefelwasserstoff ist nöthig, denn falls dieser nicht im Ueberschuß zugesetzt ist, bleibt noch Jod unaufgelöst und nicht verwandelt; das Erstere nimmt man wahr, indem man die Flasche schüttelt, da die Flüssigkeit denn eine braune Farbe annimmt, vielleicht nur einen Anflug von Färbung, doch eine wahrnehmbare. Dies ist das abgesetzt gewesene, nun wieder im Wasser frei schwebende Jod; das von der bereits gebildeten Säure aufgelöste zeigt sich nicht so deutlich; die Anwesenheit beider Antheile wird aber dadurch erkannt, daß zugeführtes Schwefelwasserstoffgas in der Flüssigkeit verschwindet und keinen Geruch verbreitet, weil es zersetzt, theilweise aufgenommen wird zur Bildung der Säure, theilweise als Schwefelmilch in der Flüssigkeit schweben bleibt. Nun tritt aber der Zeitpunkt ein, wo keine Färbung beim Umrühren

mehr wahrnehmbar ist, wo also auch kein Jod in Säure umzuwandeln ist, der Wasserstoff des Schwefelgases nicht mehr gebraucht, dieses also nicht mehr zersetzt wird. Das unzersetzte Schwefelwasserstoffgas behält aber seine Eigenschaften, unter denen neben der Giftigkeit der schrecklich üble Geruch eine der hervorstechendsten ist. Nun ist zwar Schwefelwasserstoffgas in Wasser sehr löslich, von der durch Wasser verdünnten Säure wird also das gedachte Gas auch noch in Menge absorbirt, allein es verräth sich seine Anwesenheit durch den üblen Geruch, den das Wasser davon erhält und verbreitet, weil bei aller Auflöslichkeit doch auch wieder die Flüchtigkeit des Gases so groß ist, daß er sich von selbst aus dem Wasser befreit. Dieser üble Geruch ist ein Zeichen, daß nunmehr die Verwandlung des Jod in Jodwasserstoffsäure vollendet ist. Man vertreibt, wenn man nicht warten will, bis es in gewöhnlicher Temperatur entweicht, das Schwefelwasserstoffgas durch gelinde Erwärmung, bis die Flüssigkeit gar nicht mehr danach riecht, dann schüttelt man dieselbe, um den Schwefel, der überaus fein zertheilt ist, zu größeren Massen zu vereinigen und überläßt, wenn dieses gelungen, die Flüssigkeit der möglichsten Ruhe, worauf der Schwefel sich vollkommen absetzt und was etwa noch in der Säure enthalten wäre durch ein Filtrum von feinem Linnenpapier davon getrennt wird.

Diese oder die eben so reine, auf andere Weise erzeugte Säure ist sehr schwer unverändert zu erhalten, indem, wie bereits bemerkt, das Jod sich unter dem Zutritt des Sauerstoffs krystallinisch ausscheidet; je sparsamer der Luftzutritt ist, desto schöner werden die Krystalle, so z. B. in einer mit nicht passendem Glasstöpsel versehenen Flasche, oder in einer Flasche mit ungewöhnlich kleiner Oeffnung, die man unverschlossen läßt. Kork darf man niemals anwenden, derselbe wird immer angegriffen und die Säure wird dadurch verunreinigt.

Verbindung des Jod mit dem Stickstoff.

Der Stickstoff ist einer jener räthselhaften Körper, welche allein und für sich, eine höchst geringe chemische Wirksamkeit haben, oder eigentlich ganz indifferent sind, weder giftig noch wohlthätig, weder gut noch böse wirken, welche aber in Verbindung mit anderen Elementen zu höchst energischen Körpern werden, die vorzugsweise beim Stickstoff alle sehr gefährliche Eigenschaften haben, wie denn die verschiedenen Oxydationsstufen desselben die zerstörenden Salpetersäuren bilden, so die Verbindung mit Wasser-

stoff eines der ätzendsten Alkalien, das Ammoniak giebt, so aber mit Chlor, mit den Salzbildern und beinahe allen Metallen die furchtbaren Knallpräparate, Knallgold, Knallsilber, Chlorstickstoff ꝛc. erzeugen.

Ein Gleiches findet auch bei seiner Verbindung mit dem Jod statt; der Jodstickstoff ist noch gefährlicher als der Chlorstickstoff. Bei diesem letztern muß doch wenigstens eine Ursache zur Explosion vorhanden sein, beim Jodstickstoff ist dies gar nicht nöthig, derselbe detonirt ohne bemerkbare Ursache, es ist deshalb überaus gefährlich, mit demselben zu experimentiren und wenn der Chlorstickstoff als Zerstörungsmittel in der Warner'schen Bombe wirklich eine Anwendung gefunden haben sollte, so ist doch selbst dieses bei dem Jodstickstoff gar nicht möglich, weil derselbe oder dessen Explosionsfähigkeit sich jeder Berechnung entzieht.

Der französische Chemiker Serullas sagt über diesen Körper folgendes: Man bereitet den Jodstickstoff (der von deutschen Chemikern Jodimid genannt wird) gewöhnlich dadurch, daß man caustische Ammoniakflüssigkeit auf äußerst fein zerriebenes Jod gießt und dieses eine Viertelstunde lang dem Einflusse des Alkali ruhig überläßt. Das Jod verwandelt sich dabei in ein schwarzes Pulver.

Die Verbindung muß in äußerst kleinen Quantitäten gemacht werden, indem sie möglicher Weise noch unter Wasser explodirt, ohne daß man weiß warum. Ein Umrühren durch ein Glasstäbchen darf natürlich nicht stattfinden, es könnte für den Experimentator tödtlich werden, höchstens darf man das Glas umschwenken und so die Mengung oder Mischung befördern, allein auch in diesem Falle ist eine Explosion in Aussicht, und man thut wohl, das Gläschen, in welchem die Mischung gemacht worden, nur an einer Kante und nur mit den Fingerspitzen zu fassen, denn hielte man das Glas so wie man ein Bierglas hält, so wäre natürlich bei der Explosion die Hand verloren.

Nach der Vereinigung des Ammoniak (oder vielmehr seines Stickstoffs) mit dem Jod und nachdem sich das schwarze Pulver abgesetzt, gießt man die Flüssigkeit ab und wäscht das Pulver mit destillirtem Wasser aus. Es wage aber doch Niemand, auf den Rückstand aus der Ammoniakflüssigkeit, auf den Jodstickstoff, Wasser in einem Strahl fallen zu lassen, schon dieses würde genug sein, um die Explosion zu bewirken. Das erforderliche Wasser muß sehr behutsam an den Wänden des Glases herniedergelassen werden.

Hat man so den Jodstickstoff ausgewaschen, so bringt man denselben auf ein sehr flaches Filtrum (ein mit Papier bedeckter Trichter von sehr stumpfen Winkeln), und so wie das Wasser abgelaufen, das Pulver und das Papier also noch ganz naß ist, zerreißt man dasselbe in viele kleine Stückchen, damit eine Explosion nicht das ganze, sondern nur einen Theil

erfasse. Die Menge Jod, welche man auf einmal anwenden darf, beträgt höchstens zwei Centigramme, und die davon erlangte geringe Menge Jodstickstoff zertheilt man auf dem Papier in sechs bis acht Theile — es kommt also auf einen solchen Theil ein Viertel bis ein Drittel in's Centigramme; ein Gramme hat aber circa 17 Gran preußisches Medicinalgewicht, die einzelne Portion beträgt also 1/3 oder 1/4 eines Achtelgrans, d. h. 1/24 oder 1/32 Gran, und doch ist die Detonation solcher Kleinigkeit so stark wie ein Flintenschuß, nur viel schärfer und schneidender für das Ohr, so daß man dasselbe verletzt glaubt.

Mitscherlich lehrt den Jodstickstoff dadurch bereiten, daß man Jod in Königswasser auflöst und Ammoniak im Ueberschuß zu der Lösung setzt, wobei sich dasselbe schwarze Pulver bildet. Eine Auflösung des Jod in Alkohol und ein darauf folgender Zusatz von Ammoniak liefert eine Substanz, welche nicht ganz so gefährlich ist, indem man die Flüssigkeit mit dem darin befindlichen Jodstickstoff doch wenigstens mit einem Glasstäbchen umrühren darf, ohne seine gesunden Gliedmaßen oder sein Leben zu wagen.

Nach Pelouze wird die Substanz auch dadurch gewonnen, daß man Ammoniakgas in ein Gefäß streichen läßt, in welchem gepulvertes Jod liegt. Dieses wird sogleich in eine braune, ölartige Flüssigkeit verwandet, welche nur eine andere Form des Jodstickstoffes ist, in welcher sie von dem Chlorstickstoff beinahe gar nicht zu unterscheiden ist; allein wenn dieser letztere unter Wasser unverändert ölartig bleibt, so wird Jodstickstoff dadurch, daß man ihn mit Wasser behandelt, zu einem solchen schwarzen Pulver, wie wir es oben beschrieben haben.

Die Zusammensetzung schien den Chemikern anfangs sehr einfach und ganz gleich der Chlorstickstoffverbindung, man glaubte, es sei ein Stickstoff mit drei Jod, $N.J_3$ die richtige Formel dafür, und so hat namentlich Gay Lussac die Sache aufgefaßt. Allein, spätere Untersuchungen scheinen zu ergeben, daß nicht bloß diese beiden Elemente, sondern noch ein drittes, der Wasserstoff nämlich, in die Verbindung eingehe, daher es auch nicht mehr Jodstickstoff, sondern Jodimid oder Jodamid, genannt wird; im ersten Falle nach Bineau nach der Formel HJ_2N zusammengesetzt, im anderen Falle H_2NJ enthaltend. Solche Unterschiede in den Ansichten beweisen, wie schwer der Körper zu untersuchen ist, wie man sich nur mit Zagen daran wagt und seine Sicherheit im Operiren also nicht behält. In der That giebt es auch kaum einen gefährlicheren Körper, nicht gerade wegen der Stärke seiner Explosion (denn hierin wird er allerdings vom Chlorstickstoff übertroffen), als wegen der gänzlichen Unkunde, in welcher man über die Ursachen ist, daher man diese auch gar nicht vermeiden kann. Schon in der Flüssigkeit selbst wird eine Berührung gefährlich, auf dem Filtrum

folgt ihr immer die Explosion, und wenn das Papier mit dem Präpara trocken ist, so entsteht sie immer von selbst, ohne sichtbare Ursache, manch mal dadurch, daß man im Zimmer, worin das Präparat liegt, auf- un abschreitet, manchmal dadurch, daß man, um es etwa schneller zu trocknen mit dem Munde darauf bläst, natürlich aus zwei Fuß Entfernung. De Druck eines Glasstabes würde allenfalls als etwas Gewaltsames angesehen werden dürfen, wie Knallgold durch einen Schlag explodirt, so Knalljo durch einen schwächeren Druck; allein wenn man von dem feuchten Papier das Pulver mit der Fahne einer Feder zusammen kehren will, so entsteht schon dadurch die Detonation, welche wahrscheinlich noch viel heftiger wäre, wenn sich Alles entzündete. Allein es wird viel mehr umhergeschleu dert als explodirt, denn jeder Schritt in solchem Raum, in dem eine Ex plosion stattgefunden, ja das Wischen mit der Hand über den Tisch, au welchem das Präparat gelegen, bringt immer von neuem kleine gefahrlose Detonationen hervor, gefahrlos, weil die Quantität des Explodirenden äußerst gering war.

Jodschwefel. JS_2 und JS.

Jod läßt sich mit dem Schwefel in verschiedenen Verhältnissen zu sammenschmelzen, man erhält eine reine schwarzgraue Substanz, welche strahlenförmig krystallinisch ist, doch nicht beständig bleibt, sondern an der Luft das Jod entläßt, noch viel schneller bei Erwärmung der geschlossenen Verbindung, so daß dieselbe Kraft, welche beide Körper verband im Zu sammenschmelzen, auch beide wieder trennt. Wird die Mischung aus vier Theilen Jod und einem Theile Schwefel gemacht, so ist sie am schönsten krystallinisch und zersetzt sich auch nicht so leicht durch Erhitzung, sondern läßt sich sogar sublimiren, das Sublimat ist jedoch möglicher Weise von anderer Zusammensetzung als der Körper, aus welchem die Sublimation stattfand. Gleiche Aequivalente Jod und Schwefel vereinigen sich gleich falls und sollen ein vortreffliches Mittel gegen Hautausschläge geben.

Mit Selén und mit Tellur hat man Jod bis jetzt noch nicht vereinigt.

Jod und Chlor. Chlorjod. JCl und JCl_3.

Die beiden Salzbilder Jod und Chlor verbinden sich direct mit einander in dem, durch die Formel angegebenen Verhältniß von gleichen Aequivalenten und von einem Aequivalent Jod mit dem dreifachen Chlor. Die Vereinigung geschieht schon, wenn man Chlorgas zu trocknem Jod treten läßt, allein die gewöhnliche und beste Bereitungsart ist, wenn man einen Theil Jod mit vier Theilen chlorsauren Kalis mengt, in eine Retorte bringt und aus dieser das Jodchlorür als Destillat bei langsamer Erwärmung gewinnt. Durch die Mengung und Erwärmung entsteht in der Retorte jodsaures Kali und überchlorsaures Kali, es entwickelt sich Sauerstoff und mit diesem geht das neu gebildete Jodchlorür in die Vorlage, woselbst es sich als eine röthliche Flüssigkeit von öliger Beschaffenheit und von schwach saurem Geschmack, aber sehr stechendem Geruch absetzt.

Dieses Protochlorür des Jod, wie Fremy dasselbe nennt, zieht sehr schnell Feuchtigkeit aus der Luft an, löst sich in Weingeist und in Wasser mit gelber Farbe auf, wird aus der wässerigen Lösung durch Aether unverändert niedergeschlagen, zersetzt sich aber leicht durch Erwärmung, indem Chlor entweicht, wobei die Flüssigkeit sich mehr und mehr bräunt, indem das noch darin enthaltene Jodchlorür das frei werdende Jod auflöst. Läßt man zu dieser wässrigen Lösung Ammoniakgas treten, so bildet sich eine Stickstoffverbindung, aber nicht, wie man glauben sollte, mit dem Jod, sondern mit dem Chlor, und es entsteht der bekannte Chlorstickstoff.

Die zweite Jodchlorverbindung, das Superchlorür des Jod (französisch Perchlorure d'Iode), ist fest und krystallinisch von tiefgelber Farbe, sie ist jedoch nicht beständig, denn sie zerfließt an der Luft unter Entsendung vieler weißer Dämpfe, welche nach Chlor und Jod riechen. Die Substanz ist im Wasser löslich und wird daraus durch einen Zusatz von Schwefelsäure niedergeschlagen, auch wasserfreier Alkohol und Aether zersetzen das Jodsuperchlorür, indem sich Chlorwasserstoffsäure, Jodsäure bildet, zu einer niederen Chlorürstufe.

Die Darstellung dieses Präparats geschieht gewöhnlich auf die erst gedachte Weise, indem man Chlorgas in hinreichender Menge zu trocknem Jod treten läßt, wobei die beiden Körper sich zu einer rothbraunen, dann zu einer dunkelgelben, schweren Flüssigkeit vereinigen. Die Einwirkung des Chlor muß aber durch Wärme unterstützt werden und eine Zeit lang dauern.

Auch fein gepulvertes Jod in Wasser gerührt und darin suspendirt gehalten, kann mit Chlor dadurch verbunden werden, daß man Chlorgas hinein streichen läßt, die Verbindungen aber sind mannigfaltig verschieden, je nachdem man ein Theil Chlor auf fünf, auf zehn, auf zwanzig Theile Wasser nimmt. Im letzten Falle, meinen einige Chemiker, bilde sich eine dritte Jodchlorverbindung, nämlich ein Aequivalent Jod auf fünf Aequivalente Chlor JCl_5.

Jod und Fluor. Fluorjod.

Wenn man Jod fein gepulvert in Wasser suspendirt erhält und dazu Fluor in Gasgestalt treten läßt, so erhält man die Verbindung. Die Operation wird wie bei allen Fluorpräparaten mit bleiernen Gefäßen gemacht, man schüttet Flußspath in dreien Theilen und ein Theil Magnesia in einen bleiernen Kolben, gießt sechs Theile concentrirte Schwefelsäure darauf, setzt ein bleiernes Gasentwickelungsrohr daran und führt dieses in das Wasser, in welchem Jod vertheilt ist. Sehr bald bildet sich ein Niederschlag von krystallinischen Blättchen, welche man für ein Jodmetall, für Jodblei ansehen könnte, welche jedoch nach genauester Untersuchung keine Spur Blei enthält, sondern eine wirkliche Verbindung von Jod und Fluor ist. Die Eigenschaften dieses noch ganz neuen Körpers sind bis jetzt noch nicht genau genug untersucht, um darüber Mittheilungen zu machen.

Außer den Anwendungen in der Medicin und bei der Photographie hat das Jod noch keine große Bedeutung gewonnen; das letztere macht es jedoch zu einem wichtigen Fabrik- und Handelsgegenstande, vermöge dessen es sich über die ganze civilisirte Welt, sogar über Nordamerika verbreitet hat.

Brom.

Seitdem man in der Mutterlauge der Natronfabriken, welche dieses Alkali aus der Asche der Seegewächse gewonnen, das Jod entdeckt hatte, wurde man auf diese Quelle aufmerksam und untersuchte ihren Inhalt näher; so gelang es dem Chemiker Balard in Montpellier, darin noch ein

neues Element zu entdecken, welches er nach dem griechischen Worte „Bromos" (Gestank) Brom benannte, wiewohl es gar nicht übler und kaum anders riecht als Chlor und, wie Otto sehr richtig bemerkt, besser nach der Farbe benannt worden wäre, wie Chlor und Jod, die früher auf ähnlichem Wege entdeckten Salzbilder.

Eigenschaften des Brom.

Das Brom ist weder ein Gas wie Chlor, noch ein krystallinisch fester Körper wie Jod, sondern es ist eine Flüssigkeit in dünnen Schichten hyazinthroth, in dickeren Massen von sehr dunkelbrauner Farbe, die in größeren Mengen, in Flaschen z. B., undurchsichtig, schwarz aussieht. Seine Dichtigkeit ist sehr groß, es wiegt dreimal so viel als Wasser (genau 2,97), hat einen chlorähnlichen, aber unangenehmeren Geruch, wirkt sehr heftig auf die Respirationsorgane, obschon nicht so tödtlich wie Chlor, kann auch durch dieselben Mittel bekämpft werden (Wasserstoffgas), ist in hohem Grade ätzend, weit übler als Aetzkali, weil es durch seine flüssige Form sich viel schneller verbreitet und viel tiefer eindringt als das trockne kaustische Kali, welches erst von der Oberfläche der Haut und von der umgebenden Luft die nöthige Menge Feuchtigkeit einsammeln muß, um damit chemisch wirksam zu werden, verursacht bei der Berührung heftige Schmerzen und gefährliche Verletzungen und ist, wie hieraus hervorgeht, ein im Ganzen höchst gefährlicher Körper.

Chlor bleicht Pflanzenstoffe, Brom zerstört dieselben zwar, setzt aber die seinige an die Stelle; die davon berührten Substanzen, ihre Farben mögen Namen haben wie sie wollen, werden braun.

Es verdunstet sehr leicht und ist folglich umgekehrt, sehr schwer zu bewahren. Professor Otto bemerkte dieses und zugleich seine geruchzerstörende Kraft bei der Revision einer Apotheke. In einem Schränkchen befanden sich, neben anderen pharmaceutischen Kostbarkeiten, drei leer gewordene Moschusbeutel in einem wohl verschlossenen Glase. Dieselben hatten jede Spur des eigenthümlichen Geruchs verloren, den sie nicht nur, den das Papier, in dem sie gelegen, und den ein Schrank in dem solch ein leeres Papier gelegen, viele Jahre lang behält.

Es wurde nach der Ursache geforscht und siehe es fand sich in demselben Schranke ein kleines Gläschen mit etwa einer halben Drachme Brom, welches wohl verschlossen und dessen Glasstöpsel noch zum Ueberfluß ver-

harzt war. Dieses hatte die Verflüchtigung nicht hindern können und hatte die Zerstörung auch des heftigsten und durchdringendsten, des Moschusgeruchs bewerkstelligt. Wegen dieser Eigenschaften könnte man dasselbe statt des Chlor zu Räucherungen benutzen, um Miasmen zu zerstören, wenn dasselbe nicht zu theuer wäre. Seine Flüchtigkeit ist so groß, daß ein Tropfen davon in einen Glasballon von bedeutender Größe gebracht, denselben ganz mit gelbrothen Dämpfen füllt. Bringt man in diesen Dampf ein brennendes Wachslicht, so wird die Flamme lebhaft grün und erlischt sehr bald, es ist daher nicht fähig die Verbrennung zu unterhalten.

Brom ist sehr wenig im Wasser löslich, daher man dasselbe, um seine Verflüchtigung zu hindern, unter Wasser aufzubewahren pflegt. Alkohol löst dasselbe mehr und Aether in allen Verhältnissen auf. Unter Wasser bei einer Temperatur von 0° erhalten, bildet dasselbe ein Hydrat, welches krystallisirbar ist und sich noch bei 15 bis 20 Grad erhält, dann aber in seinem Krystallwasser schmilzt und dieses ausscheidet. Will man Brom trocken haben, so muß man seine Dämpfe durch eine mit Chlorcalcium gefüllte Röhre streichen lassen. Dieser Körper entzieht ihm die Feuchtigkeit, ohne das Brom zu verändern, denn obschon Brom mit allen Metallen sehr leicht direkte Verbindungen zu Brommetallen eingeht, so wird es doch aus diesen Verbingungen, weil sie nicht sehr energisch sind, verjagt durch die mehrsten Säuren und durch die andern Salzbilder, also auch durch Chlor, welches selbst dadurch nicht deplacirt wird, und so bleibt natürlich der Chlorkalk durch das Brom unverändert.

Bei niedrigen Temperaturen und zwar nach verschiedenen Beobachtungen bei siebzehn bis zweiundzwanzig Grad C. unter Null wird Brom zu einer festen krystallinischen Substanz von dunkelblaugrauer Farbe, blättrigem Gefüge, großer Sprödigkeit und halbem Metallglanz. Diese Form behält das Brom auch noch bei —12°, so daß sein Schmelzpunkt ein ganz anderer ist als sein Gefrierpunkt.

Bei erhöhten Temperaturen löst das Wasser mehr Brom auf, diese Lösung nennt man Bromwasser, sie enthält ein Dreiunddreißigstel Brom, sie hat eine gelbrothe Farbe, hat einen herben, unangenehmen Geschmack, verwandelt sich aber durch Einfluß des Lichtes wie das Chlor, nur nicht mit solcher Heftigkeit, in eine Wasserstoffsäure.

Brom ist bei weitem mehr verbreitet als man gewöhnlich glaubt, allein immer nur in äußerst geringer Menge, so daß es geübter Chemiker bedurfte, um es zu entdecken, und daß noch jetzt, bei den außerordentlich verfeinerten Hülfsmitteln der chemischen Analyse es von einzelnen Chemikern da nicht gefunden wird, wo andere dessen Vorhandensein constatirt haben.

Vorzugsweise tritt es im Meerwasser auf, in welchem es an zwei

Metalle gebunden, als Bromnatrium und als Brommagnesium erscheint; einige Chemiker glauben, daß der ekelhaft bitterlichsalzige Geschmack des **Meereswassers** davon herrühre, welcher Geschmack im Wasser des todten **Meeres**, woselbst sich diese Haloidsalze in viel größerer Menge finden, auch viel stärker hervortretend ist; andere glauben wieder, daß die wirklich im **Meerwasser** vorhandene Menge Brom viel zu gering sei, um auf die **Geschmacksorgane** wirken zu können.

Es erscheint das Brom ferner in vielen Salzquellen und in dem englischen Steinsalze. Aus dem Meerwasser dasselbe auszuscheiden, dürfte eine schwierige und langweilige Operation sein, daher überläßt man diese Arbeit den Seepflanzen, welche sich damit, so wie mit der Aufsammlung des Jod, befassen. Die Seepflanzen, die Tangarten groß und klein, aber auch die kleineren Seethiere enthalten dasselbe in ihrer Substanz.

Darstellung und fabrikmäßige Gewinnung des Brom.

Wenn man nun die Tangarten, die sich in großen Massen am Meeresstrande aufhäufen, verbrennt, ihre Asche zur Natrongewinnung auslaugt und dann die Mutterlauge durch Chlorgas behandelt, so vertreibt dieses das Brom aus seinen Verbindungen, macht es frei und man gewahrt die Anwesenheit des Brom an der gelben, nach und nach braun werdenden Farbe der Lösung.

Seitdem man die Tange nicht mehr so häufig zur Natrongewinnung verwendet, nimmt man zur Brom- und Joderzeugung die Mutterlauge des Seesalzes. Wo nämlich dieses aus dem Meerwasser gewonnen wird, wie z. B. im südlichen Frankreich an den Küsten des Mittelmeeres, concentrirt man in großen, flachen, gemauerten Gefäßen zuerst das Seewasser durch die Sonnenwärme, dann aber wird das daraus gewonnene, höchst unreine Salz aufgelöst und über Feuer eingekocht und umkrystallisirt. Hier bleibt eine höchst concentrirte Mutterlauge übrig, welche nicht mehr krystallisirbar ist, wohl aber noch eine Menge aufgelöster Substanzen enthält, mit denen Jod und Brom nunmehr in nicht unbedeutender Menge auftreten.

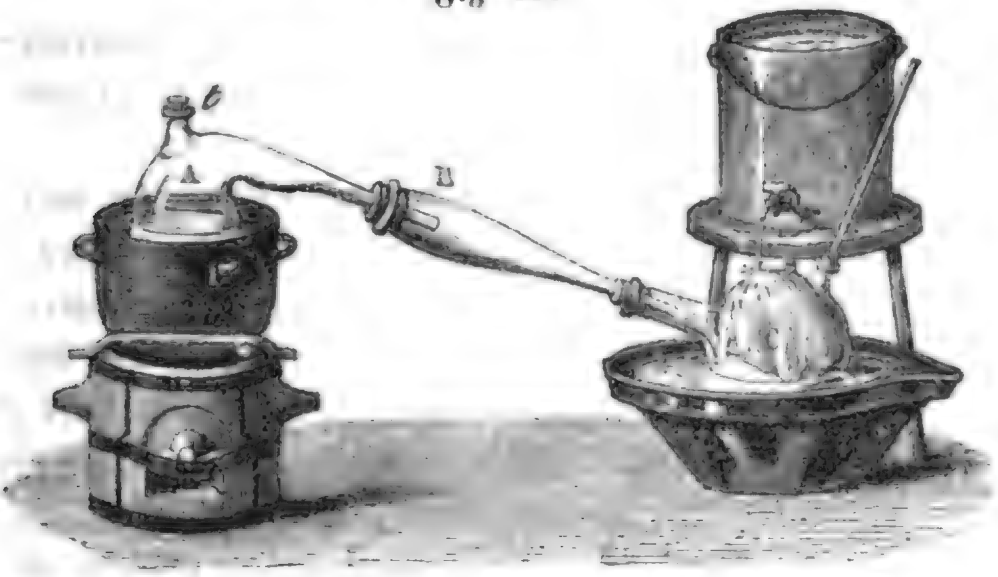
Will man aus dieser Mutterlauge Brom gewinnen, so leitet man in die Flüssigkeit Chlorgas, welches, wie oben bemerkt, das Brom aus seinen Verbindungen vertreibt und sich selbst in die Stelle setzt. Das Brom wird nun ausgeschieden, indem man Aether zu der Flüssigkeit setzt, welcher sich mit dem Brom zu einer hellbraunen Flüssigkeit vereinigt, die oben auf

der Mutterlauge schwimmt und davon abgelassen wird. Man setzt nunmehr zu dieser ätherischen Bromlösung Kalilauge (oder auch Natronlauge), bis sich die Flüssigkeit entfärbt, indem sich Bromkalium oder Bromnatrium bildet, den Aether gewinnt man wieder entweder etwas unrein durch den Scheidetrichter oder ganz rein durch Destillation, so daß man denselben immer wieder zu demselben Behufe brauchen kann. Auf solche Art soll Balard das Brom zuerst dargestellt haben; jetzt ist diese Methode jedoch nicht mehr gebräuchlich, so wie man auch die Gewinnung desselben aus der Mutterlauge der Tangasche ganz aufgegeben hat; man stellt jetzt nach Otto's Angabe das Brom auf der Insel Wangerooge in einer dortigen Seesalzsiederei viel einfacher auf folgende Weise dar. Das Meerwasser wird durch Verdunsten des Wassers durch die späterhin genauer auszuführende Operation des Gradirens (dafür der Apparat jedoch schon S. 15 des 1. Bandes angegeben worden) so weit als erforderlich condensirt, dann löst man auch noch englisches Steinsalz darin auf (welches sehr viel wohlfeiler ist als das daraus gewonnene krystallisirte Kochsalz) und versiedet nunmehr in großen Pfannen diese Salzlauge bis sich das Salz auf der Oberfläche ausscheidet, welches dann hinweggenommen wird, worauf man den Abgang an Wasser immer wieder von Neuem durch zugeführte Salzlösung ergänzt. Endlich hört man — nach Tagen und Wochen — mit dem Zusatz auf, nicht aber mit der Abdampfung; dadurch gewinnt man, wie mehr und mehr Wasser verdunstet, die letzten Antheile Salz aus der, zuletzt weit mehr andere Stoffe enthaltenden „Mutterlauge", und wenn diese kein Salz mehr liefert, schöpft man sie aus den Pfannen, läßt sie erkalten und scheidet alsdann diejenigen Salze daraus, welche in der Wärme leichter löslich sind als in kaltem Wasser (welches beim Kochsalz nicht der Fall) und endlich hält man die übrig bleibende Flüssigkeit für erschöpft an Salzen der Art, nicht aber für erschöpft überhaupt; denn gerade in dieser, sonst als ganz unwerth fortgegossenen Mutterlauge, befindet sich noch ein sehr werthvolles Product des Meerwassers, das Brom.

Auf Wangerooge erhielt man aus 10000 Kubikfuß Meerwasser 100 Kubikfuß Lauge, welche man der Kälte aussetzte, die dann während des Winters Bittersalz in großen, schön ausgebildeten Krystallen daraus anschoß. Was hiernach von der Mutterlauge noch übrig blieb, wurde auf Brom verarbeitet. Ein Kubikfuß lieferte etwa zwölf Loth, da nun circa eine Million Kubikfuß Meerwasser verarbeitet wird, so giebt das zwischen drei bis viertausend Pfund Brom, welche erzielt werden könnten, wenn ein solcher Bedarf vorhanden wäre; man will aber den Markt nicht überfüllen, sondern man deckt nur grade die Nachfragen und gießt die überflüssige Mutterlauge fort.

Die Gewinnung dort findet aber auf eine höchst einfache Weise dadurch statt, daß man die Mutterlauge mit Salzsäure und Braunstein versetzt, auf einen Kubikfuß derselben, d. h. auf ungefähr 70 Pfund zwei Pfund Braunstein und ein Pfund concentrirte Salzsäure nimmt und diese Mischung erwärmt, natürlich in großen Retorten A mit Tubulatur t zur Einfüllung der Flüssigkeiten, ferner mit einer Verlängerung des Halses B, welche man gern anwendet, um nun den Kühlapparat, einen tubulirten Kolben C so weit als thunlich von der Wärme des Ofens zu entfernen, wie Fig. 331 dies alles sehr deutlich zeigt.

Fig. 331.



Wenn man die Operation unter Anwendung des Marienbades behutsam leitet, so ist der Erfolg nicht zweifelhaft. Salzsäure und Braunstein verbinden sich unter großer Lebhaftigkeit zur Befreiung des in der Salzsäure enthaltenen Chlors, dieses geht im Entstehungsmoment an die Metalle, mit denen das Brom verbunden war und bildet mit ihnen Chlormetalle, indessen das Brom befreit wird. Dieses würde in der Flüssigkeit gelöst bleiben, wenn sie kalt wäre; da jedoch die Temperatur bedeutend genug gesteigert werden kann, um alles Brom zu verflüchtigen, so entweicht dieses nach der Vorlage, in welcher dasselbe entweder unter kaltem Wasser aufgefangen und niedergeschlagen wird, oder welches sich auch ohne Hülfe des Wassers, nur durch hinlängliche Temperaturerniedrigung (welche man, wie Fig. 331 zeigt, durch Ueberfließen mit Eiswasser ganz in seiner Gewalt hat) zu einer Flüssigkeit, der braunen, schweren Bromflüssigkeit verdichtet.

Wenn man vorsichtig operirt, so kann kein Chlor mit übergehen, denn dieses findet eine so dauernde Beschäftigung in der Vertreibung des Brom aus seinen Verbindungen und in der Bildung von Chlorüren (Chlormagnesium und Chlornatrium), daß nichts frei bleibt, um sich in die Bromdämpfe zu mischen; übertreibt man jedoch die Entwicklung, so wird das Präparat nicht

Digitized by Google

nur mit Chlor verunreinigt, sondern es bildet sich geradezu Chlorbrom, welches zu zersetzen es wieder anderer chemischen Operationen bedarf.

Gewöhnlich kommt in den Meersalzmutterlaugen neben dem Brom auch Jod in bemerkbarer Menge vor. Ist dieses der Fall, so muß man die Bromgewinnung damit anfangen, daß man das Jod ausscheidet; zu diesem Behuf läßt man gleichfalls Chlor (wie zur Bromgewinnung) in die Lauge treten, welches sich nun zuerst mit dem für dasselbe empfänglicheren Jod zu Chlorjod verbindet und als solches sich ausscheidet. Erst wenn dieses geschehen, fährt man mit der Zuführung von Chlor in größerer Menge (doch immer noch so gemäßigt, daß keine Bromverbindungen entstehen, sondern nur die vorhandene durch das Chlor zersetzt und in Chlorverbindungen verwandelt werden) fort, macht aus den Bromüren Chlorüren und setzt das Brom in Freiheit.

Es ist im Wasser nur in geringem Grade löslich; bei einer Temperatur von 18 bis 20 Grad löst das Wasser drei Procente seines Gewichtes auf. Dieses Bromwasser ist braun, schmeckt sehr herbe und wird, wenn es dem Einflusse des Lichts ausgesetzt bleibt, sauer, indem sich Bromwasserstoffsäure bildet. Es ist sehr giftig, ist es aber in ganz anderer Weise als Chlor; es bringt, in den kleinsten Gaben genommen, höchst verderbliche, den Organismus zerstörende, Wirkungen hervor, ist daher zwar ähnlich dem Jod gegen Drüsenanschwellungen verwendet, doch keineswegs allgemein in die Arzneikunde eingeführt. Seine Neigung, sich mit allen erdenklichen Elementen zu vereinigen, macht, daß man dasselbe, in der Natur vorkommend, durchaus nicht rein findet.

Verbindungen des Broms mit dem Wasserstoff. HBr.

In dieser Verbindung tritt das Brom vollständig an die Seite der Chlorverbindungen; es bildet sich eine Wasserstoffsäure, die gleichfalls gasförmig ist, vom Wasser verschluckt wird; die Verbindung geschieht aber nicht direct. Man kann Chlor in Gasgestalt mit Wasserstoff nicht zusammenbringen, ohne daß die beiden Körper sich vereinigen. Anders ist es mit dem Brom; die Dämpfe desselben können in jedem beliebigen Verhältniß mit Wasserstoff gemengt werden, sie vereinigen sich nicht zu einem Körper, selbst nicht, wenn man sie dem Tages- oder Sonnenlicht aussetzt, in welchem Falle Chlor mit Wasserstoff eine furchtbare Explosion geben würde.

Wenn man jedoch eine solche Mengung der Bromdämpfe mit dem

Wasserstoff gemacht hat und man kommt mit einer Lichtflamme in dieses Gasgemenge, so entsteht die Verbindung sofort und zwar ohne Detonation. Das Licht erlischt nicht, sondern es brennt an der Grenze zwischen dem Gasgemisch und der atmosphärischen Luft langsam mit veränderter Farbe weiter und die Wasserstoffsäure bildet sich dabei. Dasselbe geschieht, wenn man Platinschwamm erhitzt und das Gasgemisch durch eine Glasröhre leitet, in welcher das Platin befindlich. Das Gas tritt auf der einen Seite als ein bloßes Gemenge ein, auf der anderen Seite wird es als ein Säuredampf ausgestoßen; allein man hat noch ein besseres und practischeres Verfahren, welches sich darauf stützt, daß Phosphor sich äußerst leicht mit Brom verbindet und daß diese Verbindung eben so leicht durch Wasser zersetzt wird.

Das Verfahren, wie es von Regnault in der vierten Auflage seines größeren Werkes (Cours élementaire de Chemie) angegeben, ist folgendes: In eine Glasröhre, in drei Knie gebogen, a b c d e, füllt man durch die Oeffnung a eine kleine Quantität Brom, welche sich bei b sammelt, worauf man a durch einen Kork verschließt. Durch die Oeffnung c derselben Röhre bringt man einige Stückchen Phosphor, die sich bei d vereinigen. Ueber und zwischen diesen schichtet man Glassplitter, zerbrochene Stücke, welche vorher mit Wasser benetzt worden, dann fügt man in die Oeffnung c einen sehr genau schließenden Kork, welcher gleich dem andern mit Wachs getränkt werden muß, um den Angriffen des Brom zu widerstehen, welcher aber zugleich so weit durchbohrt worden als nöthig, um ein Gasentbindungsröhrchen luftdicht aufzunehmen, wie unsere Figur dasselbe zeigt.

Fig. 332.

Sobald dies geschehen, was man gern schleunigst besorgt, damit das Wasser, welches an den Glasstücken haftet, nicht von denselben ab und auf den Phosphor fließe, erwärmt man die erste Biegung b der Röhre um das Brom zum Verdampfen zu bringen, es genügt eine entfernt untergehaltene Spirituslampe mit möglichst kleiner Flamme. Einige Lehrbücher geben an „eine einzige glimmende Kohle", der Verf. möchte wohl wissen, wie diese einzige glimmende Kohle glimmend erhalten werden soll, ohne daß man darauf bläst und dadurch ein stetes Schwanken in der Temperatur (auf deren Gleichmäßigkeit es gerade ankommt) hervorbringt. Ein ganz schwaches Flämmchen, welches man in einer solchen Entfernung unter das Knie b bringt, daß gerade noch Temperaturerhöhung genug stattfindet, um das leicht verdampfbare Brom zu verflüchtigen, genügt.

Sobald die Verdampfung eingeleitet ist und die Dämpfe, welche bei a

nicht entweichen können, über c nach d zu gehen gezwungen werden, vereinigen sie sich mit dem Phosphor zu einem neuen Körper, dem Bromphosphor. Dieser aber in Berührung mit dem Wasser, welches an den Glassplittern haftet, wird durch dasselbe sofort wieder zersetzt, indem der Sauerstoff des Wassers mit dem Phosphor eine Säure, die phosphorige Säure, bildet, welche in der Röhre bleibt, indeß der Wasserstoff des Wassers mit dem, aus seiner kaum geschlossenen Phosphorverbindung entlassenen Brom, eine Wasserstoffsäure bildet.

Diese Bromwasserstoffsäure, durch immer nachrückende andere getrieben, entweicht durch die Gasentbindungsröhre und muß über Quecksilber aufgefangen werden, weil Wasser dieselbe mit großer Begierde verschluckt, dies ist auch der Grund, weswegen man in dem Röhrentheil de nicht Wasser, sondern nur damit benetzte Glasstücke bringt, würde des Wassers mehr darin enthalten sein, als gerade an den Splittern haftet, so würde ein Theil davon zur Bildung der phosphorigen und der Bromwasserstoffsäure verwendet werden, das übrige Wasser aber würde sich alsbald der Bromwasserstoffsäure bemächtigen und sie sofort auflösen.

Es kann sein, daß man Bromwasserstoffsäure in größerer Menge haben will, als man sie auf die oben erwähnte Weise durch Auffangen der luftförmigen Säure in Wasser erhalten kann, um dieses zu bewerkstelligen verfährt man wie folgt. In einer Schale mit destillirtem Wasser löst man etwas Brom auf — es kann immer nur wenig sein, weil die Löslichkeit desselben im Wasser nicht groß ist. Durch dieses Bromwasser führt man einen Strom Schwefelwasserstoffgas, welches alsbald zersetzt wird, indem sich das Brom des Wasserstoffes bemächtigt und den Schwefel frei läßt. Die Bromlösung wird, wie sich das Brom in Säure verwandelt, farblos, dann setzt man wieder Brom zu und führt ferneres Schwefelwasserstoffgas hinein u. s. w. bis die verlangte Concentration erreicht ist.

Die von Rammelsberg hierüber angestellten Untersuchungen haben gelehrt, daß die so bereitete Lösung immer durch etwas gleichzeitig gebildete Schwefelsäure verunreinigt ist, um daher die Bromwasserstoffsäure rein zu erhalten, muß man die auf dem beschriebenen Wege gewonnene verdünnte Säure destilliren, da dann die flüchtige Bromsäure übergeht, die schwer bewegliche Schwefelsäure zurückbleibt.

Die Bromwasserstoffsäure ist also nicht flüssig, sondern ist eben so gut wie die Chlorwasserstoffsäure ein Gas, ist aber farblos. An die Luft tretend raucht sie sehr stark, hat ein specifisches Gewicht von 2,75, d. h. es ist $2^3/_4$ mal so schwer als atmosphärische Luft, riecht sauer und erstickend, wird vom Wasser mit Begierde aufgelöst, und wenn die Lösung gesättigt ist, so stößt sie an der Luft ebensogut Dampf aus, wie die luftförmige

Säure, wenn sie mit der Luft in Berührung ist. Eine Zersetzung findet durch das Wasser nicht statt, wohl aber durch Chlor, welches man augenblicklich an der Farbe der Dämpfe erkennen kann. Läßt man Chlor zu der gasförmigen Bromwasserstoffsäure treten, so verbindet sich das viel mächtigere Chlor alsbald mit dem Wasserstoff der Säure und befreit das Brom, welches sich als brauner Dampf zeigt, ein Zeichen der Zerlegung der Säure.

Die gasförmige Säure ist von Faraday auf die oft schon angeführte Weise verdichtet worden bei einer Temperatur von 75° unter Null. Die Spannung der Dämpfe dieser Säure kommt der einer Atmosphäre gleich. Noch weitere Erniedrigung der Temperatur macht die flüssige Bromwasserstoffsäure zu Krystallen erstarren.

Die reine verdünnte Säure ist farblos, wirkt sehr sauer und stößt bei hinreichender Concentration Dämpfe aus, raucht. Man kann auch noch eine Concentration bewerkstelligen, wenn man die Schale mit der verdünnten Bromwasserstoffsäure neben eine Schale mit trocknem Aetzkali und beide unter die Glocke einer Luftpumpe stellt, die man alsdann entleert. Hier geht die Verflüchtigung des Wassers ohne Temperaturerhöhung sehr schnell vor sich und das Aetzkali nimmt das Wasser eben so schnell auf, damit zerfließend, worauf dann die concentrirte Säure zurückbleibt.

Diese Säure hat bis jetzt noch keine ausgedehnte technische Anwendung gefunden, man weiß daher nicht gar zu viel von ihren Eigenschaften, Brom löst sich in derselben in viel größerer Menge auf als im Wasser, und bildet damit eine dunkelbraune Flüssigkeit, welche man nunmehr als ein Wasserstoffsuperbromür betrachten kann.

Da die Verhältnisse der Säure gegen das aufgelöste Brom übrigens noch nicht zur Genüge festgestellt sind, so weiß ich nicht, ob ein Körper von zweifelhafter Zusammensetzung schon mit einem, bekannte Begriffe bezeichnenden Namen belegt werden kann.

Mit Salpetersäure gemischt, giebt die Bromwasserstoffsäure eine Art Königswasser, welches Gold und Platina auflöst und in Bromüren verwandelt (wie im wirklichen Königswasser das freie Chlor die Metalle in Chlorüren umsetzt) und Wasserstoff entläßt.

Brom und Sauerstoff. Bromsäure. BrO_5.

Auch diese beiden Elemente verbinden sich nicht direct. Man kann Bromdämpfe und Sauerstoff in ein Gefäß einschließen, eben so wie Brom-

dämpfe und Wasserstoffgas, keines der beiden Gemenge wird sich zu einem neuen Körper vermischen, gerade wie im gleichen Falle Chlor und Sauerstoff, allein die Verbindung läßt sich auf einem Umwege herstellen und man erhält dann die Bromsäure, in welcher ein Antheil Brom mit fünf Antheilen Sauerstoff (BrO_5) vermengt sind, aber die darüber und damit angestellten Versuche sind noch dürftiger, als die vorhin angeführten über die Wasserstoffverbindung.

Pelouze giebt an, daß die Bromsäure durch Wirkung des Broms auf das Kali oder durch Zersetzung des Bromchlorürs durch Wasser erzeugt und daß sie gereinigt werde, wenn man ein Barytbromat bilde, welches man durch Schwefelsäure zersetze (Pelouze traité de Ch. générale T. I., pag. 345). Aus diesen Andeutungen wird kein Mensch Bromsäure darstellen lernen und doch scheint der große Chemiker nicht mehr davon gewußt zu haben, sonst würde er ohne Zweifel das Erforderliche sagen, weil er sonst nicht sparsam ist mit Notizen.

Der Weg, den man zur Darstellung der Säure einzuschlagen hat, ist folgender. Eine concentrirte Auflösung von Kali oder von Baryt wird mit Brom versetzt. Es bildet sich dadurch Bromkalium oder Brombarium, welche sehr leicht in der Flüssigkeit löslich sind und darin schweben bleiben.

Der Sauerstoff aber, den das Kalium oder Barium entlassen hat, geht im Status nascens zu dem sonst noch in der Flüssigkeit vorhandenen Brom und verbindet sich mit diesem zu Bromsäure, welche mit einem andern Antheil von Kali oder Baryt ein bromsaures Salz bildet, das schwer löslich, als Pulver niederfällt, durch Decantiren von dem aufgelösten Bromkalium getrennt, aufgelöst und umkrystallisirt und so völlig rein erhalten werden kann.

Dieses Salz, der bromsaure Baryt oder das bromsaure Kali ist dasjenige, woraus man die Bromsäure zu ziehen vermag. Man wählt am gewöhnlichsten den bromsauren Baryt dazu, reibt denselben zu einem möglichst feinen Pulver und übergießt 100 Theile dieses Pulvers mit 24 Theilen concentrirter Schwefelsäure und 240 Theilen Wasser. Die Mischung wird häufig umgeschüttelt (aber nicht erwärmt) und nach längerem Digeriren zersetzt sich das Barytsalz, wiewohl allerdings nicht vollständig; deshalb die abgeschiedene Bromsäure immer schwefelsäurehaltig ist, und deshalb man so lange Barytwasser zusetzen muß, als noch eine Trübung erfolgt und dieses sich als Niederschlag ablagert.

Die über dem schwefelsauren Baryt stehende Flüssigkeit ist nun die, mit Wasser reichlich verdünnte Bromsäure, welche man behutsam abklärt, aber nicht filtrirt, weil dadurch eine Zersetzung derselben eintritt. Das Papier färbt die Säure gelb durch Entwickelung von Brom.

Die Flüssigkeit ist wasserklar, farblos, aber bei großer Concentration nicht leicht- sondern schwerflüssig, beinahe wie Wasserglas gallertartig dick; sie ist außerordentlich sauer; ihren Siedepunkt kennt man nicht, weil sie sich schon bei 100 Grad in Brom und Sauerstoff zerlegt, welche beide in Gasgestalt ausgeschieden werden. Eine technische Anwendung hat man bis jetzt noch nicht gefunden.

Brom und Stickstoff. Br_3N.

Auch hier, wie bei den vorgenannten beiden Körpern, findet eine directe Verbindung der beiden Elemente nicht statt, auch die Einwirkung des Brom auf Ammoniak oder auf Ammoniaksalze stellt diese Substanz nicht dar, wie es z. B. ganz einfach mit dem Chlorstickstoff geschieht, welcher durch Einströmen von Chlorgas in eine ammoniakhaltige Lösung gewonnen wird; allein man kann Bromstickstoff durch einen Umweg erhalten, indem man zuerst Chlorstickstoff bereitet und dazu Bromkalium bringt. Die beiden Substanzen zersetzen sich gegenseitig stillschweigend, sie tauschen ihre Bestandtheile gegen einander aus und bilden eine schwarzbraune Flüssigkeit von ölartiger Consistenz, „welche (nach Millons Angabe) der Bromstickstoff zu sein scheint". Etwas genauere Beschreibungen deutscher Chemiker über diesen Vorgang sagen: zu dem, mit Wasser bedeckten Chlorstickstoff solle man eine Lösung von Bromkalium tröpfeln, so ändere sich die braune Chlorverbindung in eine dunkelrothe um, welche der Bromstickstoff sei, indessen in dem darüber stehenden Wasser Chlorkalium gelöst sei. (Man kann zu der Zersetzung des Chlorstickstoffes auch Bromnatrium anwenden, in diesem Falle enthält das Wasser Chlornatrium oder Kochsalz gelöst.)

Die Eigenschaften des Bromstickstoffes sind denen des Chlorstickstoffes durchweg gleich, da aber diese Körper alle höchst gefährlich und dabei von geringem oder gar keinem Nutzen für das practische Leben sind, so brauchen wir nicht weiter darauf einzugehen.

Chlorbrom.

Brom nimmt das Chlorgas direct auf und verbindet sich mit demselben zu einem eigenen Körper, dem Chlorbrom, einer Flüssigkeit von rothbrauner aber nicht so dunkler Farbe wie das Brom selbst. Der Geschmack dieser

Substanz ist außerordentlich widrig und ihr Geruch höchst durchdringend und scharf, so daß es die Augen zum Thränen reizt. Diese Eigenschaft zeigt schon an, daß Chlorbrom sehr flüchtig sei. Die röthlich gelben Dämpfe, welche davon aufsteigen werden vom Wasser begierig aufgenommen und haben eine für Pflanzenfarben stark bleichende Wirkung; da jedoch das Chlor diese Eigenschaften in viel höherem Grade besitzt und zugleich ganz unverhältnißmäßig billiger und in größerer Menge zu beschaffen ist, so benutzt man das Chlorbrom zu diesem Zwecke gar nicht.

Bromschwefel.

Wenn man Schwefelmilch oder Schwefelblumen in flüssiges Brom einträgt, so entsteht eine Verbindung, welche braunroth aussieht, eine ölartige Beschaffenheit hat und genau dem Körper zu entsprechen scheint, der durch die Verbindung von Chlor und Schwefel entsteht. Da dieser Bromschwefel ebenso wohl Schwefel als Brom mit gleicher Leichtigkeit auflöst, so ist es sehr schwer, vielleicht unmöglich, die Verbindung, welche man Bromschwefel zu nennen berechtigt wäre, in ihrer vollkommenen Reinheit darzustellen. Wasser zersetzt diese Verbindung sehr leicht, indem sich Bromwasserstoff ausscheidet, schweflige Säure bildet und frei gewordener Schwefel zu Boden sinkt.

Bromselén und Bromtellur.

Diese Substanzen sind noch fast gar nicht untersucht, nur von der ersteren weiß man, daß sie wie Bromschwefel gewonnen wird, indem man Selén in fein vertheiltem Zustande in Brom auflöst, woraus eine braunrothe, an der Luft rauchende, nach Bromschwefel riechende Masse entsteht, welche durch Erwärmung zum Theile sublimirt, zum Theile zersetzt wird.

Phosphor. P oder Ph.

Unter den Elementen eines der wunderbarsten, in dem thierischen Organismus außerordentlich häufig verbreitet, doch nur durch die umständlichste Operation darstellbar und von so widersprechenden Eigenschaften, daß es zu einem der interessantesten und räthselhaftesten Körper wird; zu welchen Widersprüchen z. B. gehört, daß es ein tödtliches Gift und doch zur Existenz des thierischen Körpers unabweislich nothwendig ist, daß ein zehntel Gran davon in Substanz genossen für absolut tödtlich angesehen wird und daß eben dieser Phosphor doch Pfundweise im thierischen Körper verhanden gefunden, aus demselben ausgeschieden werden kann, daß die Dämpfe desselben die schrecklichsten Krankheiten: Knochenfraß u. dgl. hervorbringen, indeß die Abwesenheit dieses tödtlichen Giftes die Existenz eben der Knochen, die durch den Dampf desselben zerfressen werden, unmöglich macht.

Viele wollen, was die Geschichte des Phosphors betrifft, bis auf das berühmte mene tekel upharsin zurückgehen und behaupten jene Worte, die Angesichts des schwelgerischen Königs Belsazar eine Hand mit leuchtender Schrift an die Mauer schrieb, seien mit Phosphor geschrieben worden. Ein Kupferstich, nach einem berühmten Bilde eines berühmten Malers gestochen, erläutert die Sache sehr einfach. Die alten Marmorpaläste der Herrscher in Babylon und Niniveh wurden nur dadurch wohnlich, daß die Wände rundum mit schweren Teppichen behangen waren; hinter solchen konnte sich wohl ein Mitglied der Priesterkaste — jener allein in den Wissenschaften erfahrenen Gesellschaft — verbergen und zur rechten Zeit das furchtbare „Du bist gewogen und zu leicht befunden" aufschreiben, mit einer Substanz, die, nachdem sie auf die Wand gebracht worden, leuchtete. Das Bild zeigt die Hand noch in dem Augenblick, als Daniel dem Könige die Schrift deutet; der Alterthümler aber, der gerne alle Erfindungen, welche die neuere Zeit gemacht hat, schon im grauesten Alterthum vorgefunden wissen will, sagt: was die eleusinischen und die samothraischen Geheimnisse, was die ägyptischen und chaldäischen Priester wußten, was sie zu mächtigen, die Welt beherrschenden Corporationen machte, das waren Bruchstücke einer Offenbarungswissenschaft, einer Naturkenntniß, welche nicht erworben sondern überkommen, dem Menschengeschlecht geschenkt worden war, welche aber von diesem unwürdigen Geschlecht nicht geachtet, nicht gebraucht oder vielmehr gemißbraucht, verloren, nunmehr nur noch in einzelnen Abschnitten ohne inneren Zusammenhang zu einem allgemeinen

Wissen, man möchte sagen als Rezepte zu diesem oder jenem Zunftgeheimniß vorhanden — von der Kaste oder Corporation, in deren Besitz sie als solche heilig bewahrte Geheimmittel noch waren, zu ihren besonderen Zwecken gebraucht wurden.

Unter diesen Mitteln war die Kunst Wasser in Blut und einen Stab in eine Schlange, oder umgekehrt, zu verwandeln so gut wie die Kunst den Blitz zu leiten oder Phosphor zu fabriciren und für dieses letztere führt man das fünfte Capitel des Propheten Daniel an.

Ein vorurtheilsfreies Auge wird aber in diesem Capitel keinen Phosphor sehen, nicht einmal wittern können, obwohl derselbe sich durch seinen Geruch schon von weitem verräth; denn es stehet daselbst nicht, daß es Nacht gewesen als das Gelage gehalten worden; nicht, daß die Schrift geleuchtet habe; endlich war die Schrift noch zu sehen als nach vergeblichem Bemühen von Belsazars Priestern, Weisen und Zauberern das Wunder zu erklären, zuletzt Daniel geholt wurde, der nun den verlangten Aufschluß gab. So lange erhält sich eine durch Phosphor erzeugte Schrift keinesweges, indem der fein vertheilte Phosphor mit dem Sauerstoff der Luft in Verbindung dampfartig entweicht, und mit der Verflüchtigung des Phosphors die Ursache des Leuchtens aufhört.

Wir wollen also die Erfindung des Phosphors nicht in die Zeit des Königs Darius versetzen, sondern zusehen, was das siebzehnte Jahrhundert darüber sagt.

Man kannte schon lange einige Substanzen, welche, wenn sie eine Zeit lang dem Sonnen- oder auch hellem Lampenlichte ausgesetzt gewesen waren, leuchteten; oft viel länger leuchteten als sie Licht eingesogen hatten; man nannte diese Körper Lichtträger, Phosphoren und unterschied sie nach dem Orte ihrer Entdeckung (Bononischer Phosphor) oder nach ihrem Erfinder (Balduinischer, Hombergischer, Cantonscher Phosphor); es waren meistens Präparate aus Kalk und Schwefel, und sie haben durchaus nichts gemein mit dem Element, von welchem wir sprechen wollen, als den Namen. Ihr Leuchten beruht auf einer physikalischen Eigenschaft verschiedener Körper Licht aufzunehmen, einige Zeit zu behalten und langsam wieder abzugeben; es ist kein Phosphor und die Erscheinung wird fälschlich Phosphorescenz genannt, sobald sie von dem abgeleitet werden soll, was wir Phosphor nennen.

Jener Trieb, der so unendlich viel Unglück, Verbrechen, Entdeckungen, Kunstfertigkeiten, Erfindungen hervorgerufen hat, der Trieb Gold zu gewinnen, hat auch zum Phosphor geführt. Was Swift in seinen Satyren mit so viel kaustischer Lauge übergießt, als nur möglich — die Sucht Gold zu machen, selbst aus dem eigentlichen, ja aus dem eignen Koth, war damals nicht eine Uebertreibung, nicht eine Hyperbel, es war schon vor

Swift's Geburt wirklich versucht worden. Der Hamburger Kaufmann Brandt suchte Gold in den menschlichen Excrementen und fand Phosphor im Urin.

Es geschah dieses im Jahre 1669 als der heruntergekommene Kaufmann durch Auffindung des Geheimnisses Gold zu machen, welches damals und noch ein Jahrhundert später in den Köpfen selbst ganz gebildeter Leute spukte — seinen sehr gesunkenen Mitteln wieder aufzuhelfen versuchte — ein Versuch, der allerdings mißlang, der aber doch die Entdeckung einer Curiosität zur Folge hatte, einer Substanz, welche im Dunkeln leuchtete.

Gleichzeitig mit Brandt beschäftigte sich der ehemalige Apotheker Kunkel, welcher indessen sächsischer Hoflaborant und ein vornehmer Mann „Kunkel von Löwenstern" geworden war, mit der Erfindung des Goldes, gleichfalls ohne den gewünschten Erfolg. Er hörte von Brandt's Erfindung, konnte jedoch dem Geheimniß nicht auf die Spur kommen, auch directe Anerbietungen bewogen Brandt nicht zu einer Mittheilung, wohl aber wollte er ein Compagniegeschäft mit einem gewissen Kraft machen, dem er seine Entdeckung übergab, worauf dieser nach England ging, dort experimentirte, Schaustellungen machte, die Neugier reizte, dann aber vergessen wurde. Was sollte man mit einer ungeheuer theuren Substanz, welche keinen weiteren Zweck hatte, als eine Spielerei — im Dunkeln leuchten — was soll das.

Kunkel hatte indessen durch beharrliches Experimentiren den Phosphor gleichfalls machen gelernt und er veröffentlichte im Jahre 1678 eine Schrift „Vom Phosphoro mirabili und dessen leuchtende Wunderpillulen" und zeigte auch die Wundererscheinungen vor hohen Herrschaften. Die Bereitungsart war sehr unvollkommen, gab geringe Ausbeute, der Phosphor war daher sehr theuer. Man dampfte Urin stark ab, mischte die eingedickte Substanz mit Sand und destillirte dieses nun bei sehr starkem Feuer, wobei Phosphor in die Vorlage kam. Es entstanden aber viele Unglücksfälle, und so erklärte selbst Kunkel, daß er deshalb gar keinen Phosphor mehr bereite, obschon es ein werthvolles (nur wenig begehrtes) Produkt war, denn Gottfr. Hankwitz, ein Deutscher, welcher sich auf diesen Fabrikationszweig legte und in England alle Apotheker und Chemiker allein damit versah, ließ sich die Unze davon mit 16 Dukaten bezahlen, das heißt mit dem Doppelten von dem was reines Gold kostete (die Unze hat 8 Dukaten).

Darstellung des Phosphors.

Die fortgeschrittene Chemie, welche, nicht zufrieden mit zufälligen Entdeckungen, auf den Grund der Dinge zu gehen pflegt, erfand Darstellungsweisen des Phosphors, welche ausgiebiger waren, als die bis dahin bekannten.

Der Phosphor ist im Mineralreiche ziemlich verbreitet, es giebt eine große Menge von phosphorsauren Salzen, allein aus diesen Salzen, die das Mineralreich bietet, den Phosphor zu scheiden, würde äußerst beschwerlich und äußerst kostbar sein. Die Pflanzen aber und die Thiere brauchen Phosphor in großer Menge, die Thiere vermögen keine Mineralien zu verdauen, die Pflanzen arbeiten ihnen vor, sie nehmen aus der Erde den Phosphor in ihre Substanz auf und bieten ihn nunmehr den Thieren als Nahrung dar und so geht der Phosphor aus dem Mineralreich in die Substanz der Thiere über und aus diesen thierischen Substanzen wird derselbe durch die Chemie dargestellt. Die Pflanzen nämlich concentriren die phosphorsauren Verbindungen, z. B. phosphorsauren Kalk und Magnesia schon in so hohem Grade, daß man in ihrer Asche eine zehnfach, eine hundertfach größere Menge derselben findet, als in der Erde auf welcher sie gewachsen sind, allein sie haben diese Salze doch keineswegs in solchen Mengen in ihre Masse aufgenommen, als zur lohnenden Darstellung erforderlich; nun kommen zuvörderst die pflanzenfressenden Thiere, dann aber auch diejenigen, welche von diesen leben, die fleischfressenden. In ihrem Körper ist nun endlich das phosphorsaure Salz (Kalk) dergestalt häufig, daß es ganze, zusammenhängende Massen bildet, die Knochen, in denen der phosphorsaure Kalk den Haupt-, der Leim nur den Nebenbestandtheil bildet. Ist das Vorkommen in der Ackerkrume, den kleinen Quellen und Wasserfäden, ist das Vorkommen des Phosphors in den Pflanzen den Bächen zu vergleichen, so bietet das Thier den Fall des Stromes dar, zu dessen Wassermenge alle Bäche und Gerinsel beitragen, und dieser Strom ist es, aus welchen die jetzt so bedeutend gewordene Phosphorfabrikation schöpft.

Allein nicht aller Phosphor, den das Thier zu sich nimmt, wird von ihm verbraucht, und dies ist die erste Ursache seiner Entdeckung. Die nicht nothwendig erforderlichen oder die für den Körper überflüssigen Verbindungen werden in flüssigen und festen Excrementen ausgesondert, deshalb war es möglich, daß man in dem Harn der Thiere Phosphor fand, aber diejenigen Thiere, welche von anderen, kleineren Thieren leben und deren

Knochen zermalmen und mit ihrem Fleische verschlingen, geben feste Excremente von sich, welche beinahe nur aus Knochenerde bestehen und daher gleichfalls und mit mehr Vortheil als die flüssigen Excremente zur Phosphorbereitung angewendet werden konnten, so von den Hunden, die bei Fleischern oder auf großen Gütern gehalten werden, woselbst täglich für den Tisch der Herrschaft und der zahlreichen Dienerschaft des Fleisches soviel gekocht und gebraten wird, daß die Hof- und Jagdhunde mit dem Abfall verschwenderisch gefüttert werden.

Die Excremente dieser Thiere enthalten des phosphorsauren Kalkes in ungeheurer Menge, manchmal so konsistent und trocken, daß die Hunde an hartnäckiger Verstopfung leiden, allein die Schwierigkeit sich solche Excremente in nöthiger Quantität zu verschaffen, hindert die Benutzung dieses Materials (wiewohl in großen Städten wie Berlin, Paris, London, eine ziemlich zahlreiche Klasse von Menschen, welche sich mit dem Durchsuchen der Rinnsteine und der Kehrichthaufen beschäftigt, um silberne Löffel oder nasse Lumpen, Papierstücke oder Knochen daraus hervorzuholen, in diverse Behälter, Körbe, Säcke, Schürzen zu bringen, auch den Koth der Hunde auffsammelt und abgesondert aufbewahrt und einen mit blankem Silber bezahlten Handelsartikel daraus macht), und so sind Knochen dasjenige, woraus der Phosphor vor allen Dingen gewonnen wird, und dieses Phosphors wegen sind Knochen auch ein so vortrefflicher Dünger.

Die Knochen erhalten ihre außerordentliche Festigkeit nicht durch den Stein, der sie bildet, phosphorsaurer und kohlensaurer Kalk, sondern durch den thierischen Leim, der in ihnen enthalten ist. Der kohlensaure Kalk kann so mürbe sein wie die Kreide; ein Knochengerüst aus Kreide würde dem Thiere, dessen Sehnen und Muskeln daran haften sollten, sehr wenig nützen. Kohlensaurer Kalk kann auch ziemlich fest sein, wie parischer oder karrarischer Marmor — aber ein Knochengerüst selbst vom schönsten Marmor, würde dem Rind, dem Pferde nicht von Nutzen sein, das ganze Bein, der ganze volle Arm einer Statue von Marmor leistet nicht so viel Widerstand als der Knochen in dem Mannesarme, der noch nicht den sechsten Theil der Masse hat, wie jener zum Vergleich genommene Marmorarm. Das Bindemittel, welches die Kreide, den lockeren kohlensauren Kalk so fest macht, heißt Leim. Die Natur macht ihre Sachen immer am besten; auch was den Kalk betrifft, so versteht sie es besser als wir, und wir verstehen unsere Sachen um so viel besser, je mehr wir uns der Erfahrungen bedienen, welche die Natur uns an die Hand giebt. Kein Kitt kommt dem gleich, aus Kalk und Leim, aus Kalk und Eiweiß; wenn man hiermit zwei Bretter auf ihren Kanten zusammenfügt, so wird man nach dem Trocknen

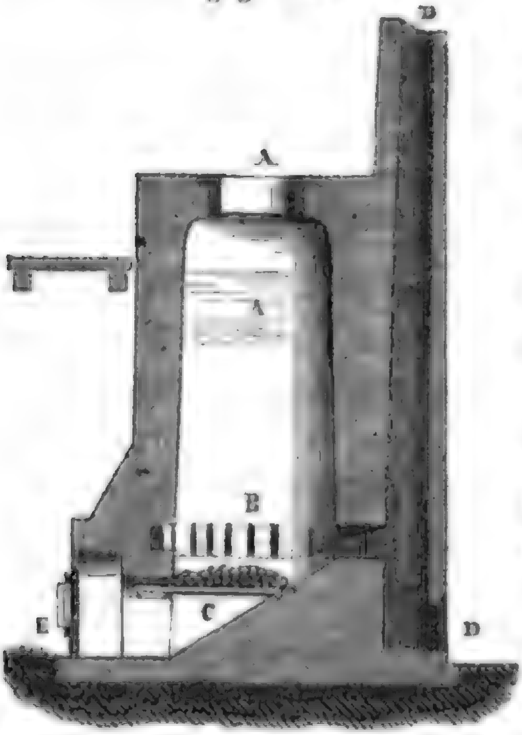
wohl die Bretter bis auf die Splitter zerbrechen, nicht aber da, wo sie gefügt sind, auseinander reißen, trennen können.

Wie nun aber, wo zu der Stärke auch noch die Leichtigkeit kommen soll, wie bei den Knochen der Vögel, bei den Kielen ihrer Federn — auch da wendet die Natur keine anderen Hülfsmittel an, der Leim ist feiner, es ist kein freier Phosphor darin, sondern er ist immer oxydirt und mit Kalk verbunden, auch etwas Kiesel findet man vor, woher wahrscheinlich die größere Härte dieser Knochensubstanz rührt, und wenn wir etwas Aehnliches mechanisch darstellen wollen, müssen wir uns immer an die von der Natur gegebenen Vorschriften halten, wir würden mit Stahl und Eisen nicht so weit kommen, wie der Fall beweist, wo starke Männer Eisenstangen biegen und zerbrechen, welche so viel, wo nicht mehr Masse haben als ihre Knochen.

Aber dieses treffliche Bindemittel, Leim, thierischer Leim, unentbehrlich in dem ganzen animalischen Haushalt, ist doch sehr im Wege, wenn es sich um die Darstellung des Phosphors handelt, und daher ist die erste Aufgabe die Knochen von demselbem zu befreien, was nicht anders geschehen kann, als durch Ausglühen, welche Operation man gewöhnlich calciniren nennt. Es geschieht in einem geschlossenen Raum, in dem sogenannten Calcinirofen.

Da das Verbrennen von thierischen Substanzen von einem pestilenzialischen Geruch begleitet ist, so kann man dasselbe nicht vornehmen, wenn der Ofen nicht weit genug von bewohnten Orten steht, um nicht lästig zu werden; da indessen diese Bedingung manchen Fabriken sehr hinderlich sein könnte, so ist man darauf gekommen, die Erfindung der rauchverzehrenden Oefen auf den Knochenbrennereien anzuwenden und zwar mit dem besten Erfolg.

Fig. 333.



Figur 333 zeigt den Durchschnitt eines solchen Knochenofens. A ist der cylindrische Verbrennungsraum, dessen obere Oeffnung mit einem eisernen Kranze ausgelegt ist und durch einen gut passenden Deckel verschlossen werden kann. Der Ofen ist unten bei C durch einen Rost geschlossen und der darunter befindliche Aschenheerd wieder durch die Thüre E. Aber der cylindrische Raum des Ofens, die Mauer ist unten an ihrer dicksten Stelle von einem, im Kreise um den Ofen laufenden Canal umgeben und dieser erst setzt den Raum des Ofens mit dem Raum des Schornsteins DD in Verbindung, weshalb aus dem Ofen nach

diesem Canal viele Lücken, Oeffnungen, durch ausgesparte Ziegel entstanden, führen, sie sind mit B bezeichnet.

Um den Ofen zu beschicken, legt man auf den Rost C, welcher durch zwei bewegliche Stangen gestützt ist, trocknes Reisig und eben so trocknes Holz und zündet dieses von unten her an, wobei natürlich die Thüre E offen bleibt. Ist alles in vollem Brande, so bringt man in den Rauchfang D durch die Thüre D' ein Paar Reisigbündel, zündet sie an und bewerkstelligt eine starke Erwärmung des Rauchfanges, und sobald dieses geschehen, schließt man die Thüre D' sowohl als auch die Thür des Ofens E. In Folge dessen dringt durch die Oeffnung des Ofens A Luft zu dem Feuer, der Rauch geht abwärts durch die Oeffnung B nach dem Canal, der den Ofen umgiebt und aus diesem tritt er in den Rauchfang, wo er mit der stark erhitzten Luft aufwärts steigt.

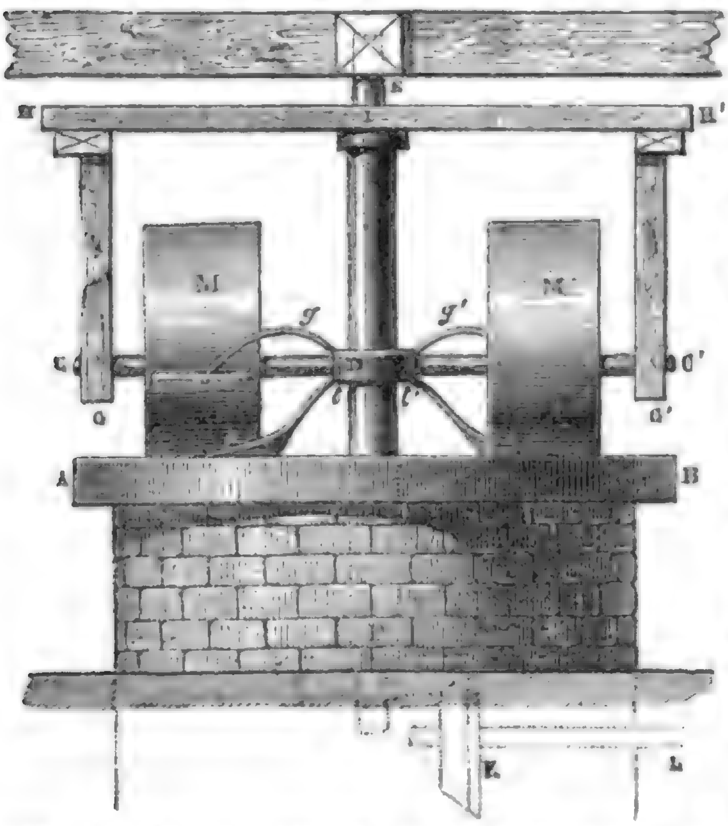
Nun erst beschickt man durch die Oeffnung A den Ofen mit Knochen, wozu eine Gallerie (in der Fig. durch einige Striche angedeutet) in zweckmäßiger Höhe angebracht ist. Die Knochen — gleichfalls wohl getrocknet wie das Brennmaterial — unterhalten nun durch ihre eigenen thierischen Substanzen, durch den Leim und das Fett das Feuer, brennen sich durch sich selbst und weil die brennbaren Substanzen, die Dämpfe und die Gasarten, welche sich bilden, gezwungen sind durch brennende Stoffe hindurchzustreichen, so werden sie natürlich selbst verbrannt, vermehren die Hitze des Ofens und können, da sie eben verbrennen, nicht beschwerlich fallen. Nicht das verbrannte Holz incommodirt die Nachbarschaft des Bäckers, sondern das unverbrannte, der Rauch, so auch hier wo Leim und Fett verdampfen und brenzlich einen entsetzlichen Geruch geben würden, als Dämpfe aber verbrennen und die geruchlose Kohlensäure und den eben so geruchlosen Stickstoff in den Rauchfang und somit in die Atmosphäre senden.

Wenn die Knochen unten durchglüht sind, schließt man die Oeffnung A und öffnet dagegen die Thüre E, zieht den Rost C zurück, wodurch die gebrannten Knochen in den Aschenraum fallen, alsbald aber schließt man wieder E um A zu öffnen und mit Knochen nachzufüllen. Solchergestalt bringt man die brennenden Knochen in die Nähe des Canals B und die geglühten in den Aschenheerd und aus demselben in's Freie. Die Verbrennung dauert so lange fort als man Material zum Aufschütten hat, und man bedarf keines Holzes mehr. Die so gewonnene Knochenasche hat mehr als 80 Procent phosphorsauren Kalk.

Nach dem Ausglühen erscheinen die Knochen weiß und in ihrer Gestalt ganz unverändert, sie müssen aber, um sie angreifbar zu machen, zermalmt werden, zu diesem Behufe dienen mächtige Mühlsteine von Granit,

Fig. 334 MM, welche auf einer großen starken Tafel von demselben Material AB im Kreise umher getrieben werden. An einer Hauptaxe EF, welche senkrecht steht, oben in starkem Gebälk, unten in dem Gemäuer der Unterlage eingesenkt, befinden sich zwei Arme DC und und C′D auf denen die Mühlsteine befestigt sind und mit denen sie sich drehen. Die Knochen werden nun auf die Platte AB geschüttet, die Hauptaxe EF wird durch Pferde oder Wasser oder Dampfkraft gedreht und die Steine werden über die Knochen hinweggewälzt. Dadurch werden sie zermalmt, und damit dieses bis zum Pulverisiren gehe, werden sie durch Schabeeisen gg′ und durch Schaufeln ts und t′ theils von den Steinen abgekehrt, theils immer wieder unter dieselben geschoben, bis sie zur Knochen e r d e (welche unterschieden werden muß vom Knochen m e h l, dem Düngpulver aus unverbrannten Knochen) geworden.

Fig. 334.



Wenn das Holz nur einen geringen Antheil seiner Substanz als Asche liefert, so beträgt die Knochenasche die Hälfte von dem, was die ganzen Knochen wogen, und diese Asche oder Erde besteht aus basisch phosphorsaurem Kalk und kohlensaurem Kalk.

Den ersteren allein will man haben, doch kann man ihn durch keine mechanische Operation von dem anderen trennen; so verwandelt man denn beide Kalkarten in eine dritte, welche im Wasser schwer löslich ist, in Gyps, verjagt die Kohlensäure und bemächtigt sich der ausgeschiedenen Phosphorsäure und dieses Alles geschieht auf folgende Weise:

Nachdem die Knochen zermahlen sind, bringt man einen Theil, wie die Gefäße es gestatten, mit Schwefelsäure in Verbindung; deswegen macht man diese Gefäße von Holz und füttert sie, gut und genau gelöthet, mit Blei aus (man nimmt auch gußeiserne Bottiche, allein sie werden von der Säure angegriffen und verunreinigen den Phosphor).

Auf 100 Theile Knochenerde braucht man 65 Theile concentrirte Schwefelsäure. Man bringt zuerst 100 Pfund siedendes Wasser in den Bottich, setzt dazu 65 Pfund concentrirte Säure und rührt hier hinein 100 Pfund Knochenasche. Alsbald entsteht ein heftiges Aufschäumen, was

von der Kohlensäure herrührt, die aus dem kohlensauren Kalk in großer Menge ausgetrieben wird. Man rührt mit hölzernen Spateln und Krücken die Masse um, bis die Gasentwickelung aufgehört hat, dann bringt man wieder 100 Pfund siedendes Wasser zu dem Gemenge, giebt 65 Pfund Säure unter stetem Umrühren dazu und giebt endlich auch wieder 100 Pfund zermahlene, gebrannte Knochen in den Bottig; dies kann noch einmal wiederholt werden, worauf man die Masse unter öfterem Umrühren zwölf Stunden lang stehen läßt.

Der in der Asche enthaltene phosphorsaure Kalk war basischer; die Schwefelsäure entzieht den Ueberschuß von Kalk, durch welchen die Verbindung eine basische wurde und verwandelt den Ueberrest in sauren, phosphorsauren Kalk, welcher aus einem Aequivalent Kalk und einem Aequivalent Phosphorsäure besteht und im Wasser leicht löslich ist, indeß der durch die Schwefelsäure in Gyps verwandelte Kalk darin nicht löslich ist.

Nach zwölfstündiger abwechselnder Ruhe und Bewegung läßt man die Masse nun ungefähr eben so lange in völliger Ruhe stehen, worauf man die Flüssigkeit abgießt und eindampft.

In dem Rückstande, in dem breiigen Bodensatz von Gyps ist jedoch noch eine Menge des phosphorsauren Kalkes aufgelöst vertheilt; man gießt daher Wasser dazu und laugt ihn so aus, welches mit jeder Portion dreimal zu geschehen pflegt, indem man diese schwachen Laugen nun wieder zum Auswaschen neuer Quantitäten Gyps anwendet, macht man sie nach und nach so concentrirt, daß sie gleichfalls siedwürdig werden.

Dem Sieden geht noch ein Filtriren durch ein wollenes Tuch vorher, worauf man Bleipfannen, die groß und flach sind und auf eisernen Unterlagen stehen, mit dieser filtrirten Lösung anfüllt und abdampft, die entwichene Wassermasse durch Zusatz neuer Lösung ersetzt und so fortfährt bis nach und nach die eingedampfte Masse zur Syrupsconsistenz gekommen ist.

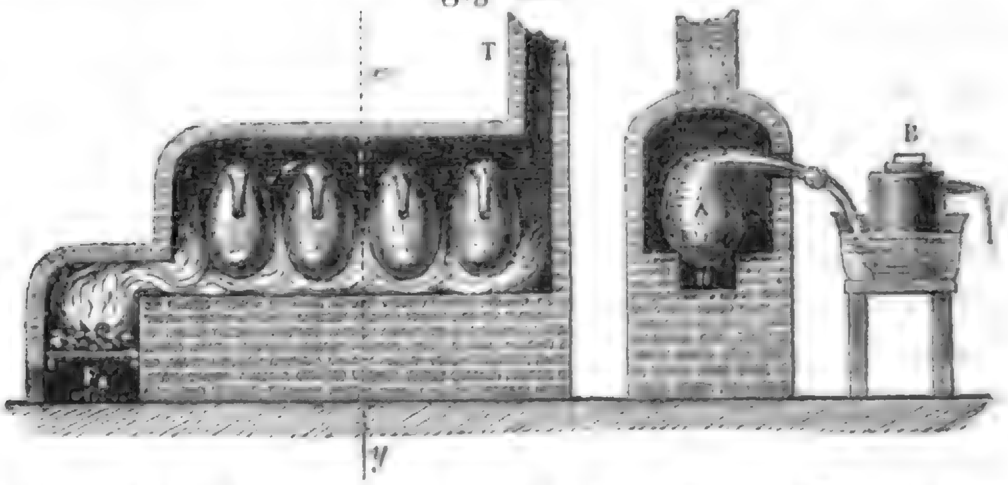
Hat man die Eindickung so weit getrieben, so genügt für die ferneren Operationen eine Bleipfanne nicht mehr, denn die Erhitzung muß bis zum Glühen gehen. Zu der eingekochten Salzlösung setzt man einen Fünftheil ihres Gewichtes Kohlenpulver, rührt dieses wohl um und bringt alles in gußeiserne Kessel, in denen man die Verdampfung nicht blos bis zur Trockenheit fortsetzt, sondern, da die letzten Reste Wasser mit größester Hartnäckigkeit an dem Gemenge haften, bis zur Rothglühhitze schreiten muß und selbst dann ist noch keineswegs alles Wasser vertrieben.

Die so getrocknete Masse enthält jetzt neben Kalk und Kohle noch den Phosphor in gesäuertem Zustande, in welchem derselbe außerordentlich feuerbeständig ist und daher nur in viel höheren Hitzegraden vertrieben werden kann, als diejenigen sind, welche Gußeisen zu ertragen vermag;

daher wird die trockne Kalk-, Kohlen- und Phosphormasse in Retorten von feuerfestem Thon, von sogenanntem Steingut, gebracht und in einem Ofen erhitzt.

Man wendet einen Galeerenofen an, in welchem zwei Reihen Retorten liegen, oder eine solche wie Fig. 335 zeigt, und von welcher die kleinere Abtheilung AB einen Querdurchschnitt bei der Linie xy zeigt, indeß die andere Hälfte ein Längendurchschnitt des Ofens ist, der übrigens, wie begreiflich, nicht nur vier Retorten, sondern zehnmal so viel enthalten darf.

Fig. 335.



Wir sehen die Retorten in einer Reihe in einem Ofen liegen, der gewölbt, lang gestreckt, hinsichtlich seiner Weite aber so beschränkt ist, daß die ganze Masse des heftigen Flammenfeuers, welches vorn bei T entzündet wird, möglichst in seiner ganzen Kraft um diese Retorten spielt, sie in allen ihren Theilen trifft und nach und nach bis zum vollen Weißglühen erhitzt.

An den Hals der Retorte bringt man ein kupfernes Ansatzrohr und dieses dient um die Retorte A mit der Vorlage B zu verbinden. Die Vorlagen selbst sind cylindrische Gefäße von Kupfer, welche oben bei B so weite Oeffnungen haben, daß man mit der Hand bequem hinein kann, sie haben jedoch einen genau schließenden Deckel. Das Rohr, welches an die Retorte reicht, mündet ähnlich dem einer Gießkanne unten in der Vorlage; dagegen dort, wo bei einer solchen Gießkanne der Henkel sein würde, sich ein Glasrohr befindet, welches in einer Kupfertülle eingekittet ist, abwärts geht und mit seinem unteren Ende in ein Gefäß mit Wasser reicht. Das Rohr l dient um einen zu starken Luftdruck von Innen zu hindern, die überflüssige Luft frei zu lassen.

Es ist von Wichtigkeit, daß die Vorlage mit der Retorte sehr gut luftdicht verbunden sei, darum wendet man einen Kitt an, welcher möglichst genau schließt. Die Fabrikarbeiter haben ihre närrischen Recepte für all dergleichen und betrachten dieselben als sehr wichtige Geheimnisse, ohne deren Vorhandensein ihre Fabrik gar nicht bestehen könne. Der Verfasser

will dem Leser ein solches Geheimniß unter dem Siegel der Verschwiegenheit mittheilen. Man nimmt Eiweiß in genügender Menge, rührt gelöschten Kalk hinein, so daß es ein sehr dünner Brei wird, diesen verdickt man durch Zusatz von Schwefelblumen und von Eisenfeile, worauf der dick gewordene Teig mit Blut verdünnt wird.

Nun sagt zwar Mephisto:

„Blut ist ein ganz besonderer Saft",

allein in dem vorliegenden Falle bindet es nicht so gut wie als Unterschrift unter einem Contract, und man kann auch unbeschadet der Haltbarkeit die Schwefelblumen weglassen, ja man muß die Eisenspäne fortlassen; denn diese anzuwenden ist gradezu Unsinn, sie bilden als feste Körper ein Hinderniß gegen den festen Verschluß.

Ein vortrefflicher Kitt ist Eiweiß so lange geschlagen, bis es seinen Zusammenhang ganz verloren hat; mit einem Viertheil seines Gewichtes Wasser ferner geschlagen bis zur Vereinigung des Wassers mit dem Eiweiß. Vorausgesetzt es sei nun alles zur Anwendung des Kittes fertig, so wird zu dem etwas verdünnten Eiweiß ungelöschter Kalk hinzugethan, schnell verrührt und nun sofort zur Verkittung angewendet. Dieser Kitt bildet eine fest schließende, nicht poröse Steinmasse um die lutirte Stelle; er hält so fest, daß man Mühe hat ihn mit stählernen Instrumenten wieder von der Retorte oder dem Metall zu entfernen. In der Regel braucht man solche Lutirung nicht, hier aber, wo es sich um Darstellung des Phosphors und um weißglühende Retorten handelt, ist sie allerdings nöthig.

Die Vorlagen, welche, nachdem die Retorten bis auf drei Viertheile ihres Inhalts mit der Knochen- und Kohlensubstanz gefüllt sind, angelegt und verkittet werden, bringt man in Gefäße mit kaltem Wasser; damit sie möglichst kühl erhalten werden, muß dieses Wasser häufig erneuert, oder, falls es Winter ist, durch eingelegte Eisstücke auf einer niedrigen Temperatur erhalten werden. In den Vorlagen befindet sich zur Hälfte ihrer Höhe gleichfalls Wasser.

Ist Alles vollständig geordnet, so beginnt die Heizung, welche zuerst langsam vor sich geht, bis alle Retorten durchwärmt sind; nach und nach verstärkt man das Feuer, welches aber erst nach zwölf Stunden zur vollesten Wirkung kommen darf. Bis dahin findet noch keine Phosphorentwickelung statt; es entweicht zuerst Luft, dann Wasser in Dampfgestalt, indem das Gemenge von phosphorsaurem Kalk und Kohle dieses mit außerordentlicher Hartnäckigkeit zurückhält, hierauf bilden sich Zersetzungsproducte. Die glühende Kohle nimmt von dem Wasser Sauerstoff auf und entweicht damit als Kohlenoxydgas, der Wasserstoff wird dadurch frei und entweicht gleichfalls.

Wenn nun nach zwölf bis vierzehn Stunden der Ofen in vollester

Gluth ist, so beginnt der Phosphor sich aus seiner Verbindung mit dem Kalk zu lösen; zuerst tritt er mit dem noch vorhandenen oder vielmehr noch immer sich von den letzten Antheilen Wasser trennenden Wasserstoffgas zusammen, indem er Phosphorwasserstoff bildet. Dieses Gas schlägt sich nicht nieder, sondern entweicht aus dem seitwärts sichtbaren Ableitungsrohr, wo es in dem Augenblick der Berührung mit der atmosphärischen Luft aufflammt. Nun aber geht endlich auch Phosphor in Dampfgestalt über, welcher nicht mehr Wasserstoff genug findet um mit demselben einen neuen Körper zu bilden und zum Schaden des Fabrikanten zu entweichen; dieser Dampf schlägt sich im Wasser tropfenweise nieder und ist dasjenige, was der Darsteller haben will. Die Operation wird mit immer verstärktem Feuer fortgesetzt, so lange noch brennbare Gase entweichen. Dieses dauert in der Regel sechszig Stunden, während welcher Zeit man verschiedene Male das Wasser, welches die Vorlagen umgiebt, abkühlen oder erneuern, auch aus den Vorlagen selbst Wasser entfernen muß, indem die Quantität des Phosphors sich bedeutend vermehrt und so die Flaschen höher als erforderlich mit Wasser angefüllt werden.

Was hier gewonnen worden, ist noch keineswegs reiner Phosphor, derselbe ist mit Kohle und oxydirtem Phosphor verunreinigt, auch können andere Substanzen beigemengt sein, von denen der Phosphor vor dem Verkauf jedenfalls befreit werden muß. Da diese Substanzen jedoch nur mechanisch beigemengt sind, so bedarf es auch nur einer mechanischen Sonderung, nicht einer chemischen Scheidung. Man schmilzt nämlich den aus den Vorlagen herausgenommenen Phosphor, dies geschieht natürlich unter Wasser, weil der Schmelzpunkt weit über dem Punkte liegt, bei welchem derselbe sich an freier Luft entzündet, ferner geschieht die Schmelzung selbst wieder im Wasser- oder Marienbade, in welchem man es in seiner Gewalt hat, die Temperatur zu regeln und nicht über einen bestimmten Grad steigen zu lassen. Sind diese Bedingungen vorher erfüllt, so schöpft man den geschmolzenen Phosphor in ein nasses Leder, dadurch, daß man ein hinlänglich großes Stück auf einer Seite in das Schmelzgefäß drückt, ausgebreitet es durch eiserne Stäbchen oder Zangen unter dem Phosphor hinweg zieht, bis ziemlich die ganze Masse mit dem darüber stehenden Wasser in dem Ledertuche ist und alsdann dasselbe behutsam mit den vier Zipfeln so weit erhoben werden kann, daß noch immer etwas Wasser über dem Phosphor stehen bleibt. Man vereinigt nunmehr die Enden und überstehenden Lappen, faltet sie sorgfältig, schnürt sie und dreht sie zusammen und hebt dieselbe aus dem bisherigen Behälter, um sie unmittelbar darauf in einem dicht daneben stehenden Durchschlag von starkem Kupferblech zu bringen, der wieder in einem Gefäß mit warmem Wasser steckt und der einen passenden

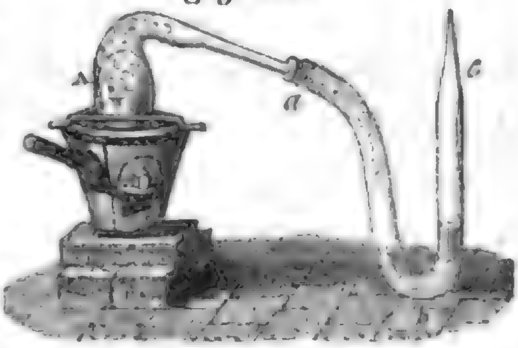
Stempel hat, so daß man den hineingebrachten Sack durch den steigenden Druck auf den Stempel nach und nach entleeren kann. Der Phosphor fließt in unzähligen feinen Strahlen durch das nasse Leder in das Wasser, welches den Durchschlag umgiebt, so wie Quecksilber bei mäßigem Druck durch trocknes Leder geht.

Man kann, falls man befürchtet nicht hinlänglich gewandte Arbeiter für diese etwas gefährliche Operation zu haben, sie auch dahin abändern, daß man den Phosphor in den Vorlagen erkalten läßt, so in die nassen Lederstücke (nicht Beutel, weil deren Näthe nicht dicht genug sein würden) bringt, dann in den Durchschlag legt und nun erst das umgebende Wasser erwärmt, den Phosphor schmilzt und dann ihn durchdrückt.

Es würde ein großer Verlust an Phosphor eintreten, wollte man den Rückstand aus dem Preßtuche wegwerfen. Dieser enthält neben den Unreinigkeiten eine große Menge Phosphor, welcher durch Destillation gewonnen werden kann.

Um dieses zu bewerkstelligen ist jedoch, wie bei allen Operationen mit Phosphor, große Vorsicht nöthig, denn der Phosphor ist, wie wir bei Betrachtung seiner Eigenschaften sehen werden, ein höchst gefährlicher Körper. Man legt an den Hals einer Retorte, in welcher der gedachte Phosphorrückstand (oder überhaupt solcher, den man durch Destillation reinigen will) mit etwas Wasser enthalten ist, eine Uförmig gebogene Röhre, Figur 336, welche, auf der einen Seite etwas weiter als auf der andern, geeignet ist einen gut schließenden Kork und innerhalb desselben den Retortenhals aufzunehmen. Man erwärmt die Retorte sehr allmählich, es ist besser, wenn es im Sandbade geschieht, statt, wie hier in der Figur durch Regnault angegeben, über Kohlen, allein bei großer Behutsamkeit kann man auch dieses thun.

Fig. 336.



Es verdampft zuerst das Wasser, und nur deswegen ist es in der Retorte, es soll nichts als verdampfen und zugleich die in der Retorte eingeschlossene Luft mit sich fortreißen und dann auch die Vorlage luftleer machen, während sie sich zugleich mit einem Theil des abdestillirten Wassers füllt. Die Röhre ist bei c spitz ausgezogen und ist offen, so daß die überflüssigen Dämpfe entweichen können.

Bald wird die Retorte von Wasser leer sein — einige Tropfen können noch da oder dort hängen bleiben und das Zerspringen des Apparates zur Folge haben, wenn die Retorte über freiem Feuer liegt, dieser Gefahr entgeht man durch Anwendung des Sandbades.

Schon wenn das Wasser im Kochen ist, verdampft Phosphor, doch nur in geringer Menge, sobald dasselbe jedoch abdestillirt ist, füllt sich die Retorte mit Phosphordämpfen und sie entweichen sehr rasch, um sich in der Vorlage unter dem Wasser niederzuschlagen.

Die Wassermenge darf nur geringe sein, so daß sie in einem Schenkel des Uförmigen Rohres stehend, denselben kaum bis zur Hälfte füllen würde.

Auch diese Vorsicht ist geboten, und wenn die Verhältnisse so sind, daß nicht die genügende Quantität Wasser als Destillat in die Röhre gelangen würde, so gießt man vorher etwas kaltes Wasser hinein, so etwa, daß gerade die Biegung damit ausgefüllt ist, dieses hat zum Zweck sofort die Luft von der Retorte abzusperren, was der leichten Entzündlichkeit der Phosphordämpfe wegen von Wichtigkeit ist.

Der Phosphor schlägt sich in dem Wasser der Vorlage nieder und bleibt darin geschmolzen, wenn die Temperatur höher ist als 40 Grad, im entgegengesetzten Falle erstarrt er zu wachsähnlichen Kügelchen. Ist die Operation beendet, so darf man den Apparat nicht auseinander nehmen, weil der Phosphordampf, der die Retorte füllt, bei der hohen Temperatur, in welcher er erzeugt wird — Phosphor siedet bei circa 300 Grad C. — mit der Luft in Berührung sich entzünden würde. Nun kühlt sich aber der Apparat und damit schlägt sich der letzte Phosphor zwar an den Wänden nieder, allein die Retorte wird auch luft- und dampfleer, mithin steigt, durch den äußeren Druck getrieben, das Wasser in dem Schenkel **a** der Uförmigen Röhre empor und würde in die Retorte gelangen und bei der hohen Temperatur derselben eine Explosion, eine Zerschmetterung der Röhre verursachen, darum hat man nur wenig Wasser in der Doppelröhre.

Steigt nach der Verringerung des Luftdruckes im Innern des Apparats das Wasser nicht viel über die Hälfte, oder höchstens bis **a** empor, so gelangt noch nichts in die Retorte, aber die Luft kann von außen bläschenweise durch das Wasser dringen und allmählich die Retorte füllen, ohne daß ein Schade geschehen kann.

Im Großen operirt man einigermaßen anders. Sind die Rückstände Centnerweise zu destilliren, so wendet man eiserne Retorten und steingutene Vorlagen an. In der Vorlage befindet sich Wasser und der verlängerte Retortenhals reicht bis in dasselbe, doch nur so weit, als gerade nöthig ihn zu bedecken, wodurch verhindert wird, daß viel Wasser in ihm emporsteige, wenn späterhin bei Beendung der Operation die leer und kalt gewordene Retorte Wasser ansaugen würde. Um bei Vermehrung der Masse durch den Phosphor den Wasserstand nicht über die verlangte Höhe steigen zu sehen, bringt man in der Vorlage eine heberförmige Röhre an, aus welcher das Wasser ausfließt, so wie es um einen Viertelzoll nur steigt,

aber auch nicht weiter ausfließt als erforderlich, damit das Rohr der Retorte noch immer unter Wasser bleibe.

Noch eine sehr zweckmäßige und sichere Methode der Destillation des Phosphors ist folgende. Man bringt denselben in eine tubulirte Retorte, an den Hals legt man die Vorlage, an den Tubulator der Retorte aber eine Gasentwickelungsröhre. Sobald die Erhitzung bis zur Dampfentwickelung gelangt ist, läßt man durch die Gasröhre Wasserstoff in einem ununterbrochenen Strom in die Retorte treten, welcher den Phosphordampf mit sich fort nimmt und in die Vorlage führt. Da Wasserstoff nicht im Stande ist die Verbrennung zu unterhalten, kann Phosphor sich darin auch nicht entzünden, das entzündliche Phosphorwasserstoffgas wird nicht gebildet durch bloße Berührung von Phosphordampf und Wasserstoffgas.

Man ist gewohnt den Phosphor in Gestalt dünner Stängelchen wie Federposen zu formen. Dies geschieht indem man Glasröhren von entsprechender innerer Weite (welche gewöhnlich schwach konisch sind), in den unter Wasser geschmolzenen Phosphor taucht, und dann mit dem Munde ansaugt bis das den Phosphor bedeckende Wasser etwa einen Zoll weit von den Lippen entfernt ist; alsdann hält man mit einem Finger die Röhre dort wo man sie angesogen hat zu, hebt die ganze Glasröhre aus dem Phosphor und legt sie mit ihrer Füllung in kaltes Wasser. Der Phosphor erstarrt sehr bald, zieht sich dabei zusammen und kann demnach leicht aus der weiter geöffneten Seite der Röhre gestoßen werden. Allerdings kann man die Füllung auch in anderer Weise bewerkstelligen, indessen es geht kaum schneller, es ist also nicht Zeit zu gewinnen, worauf es doch jetzt, wo man so schnell lebt und wo „Zeit Geld ist“ eigentlich ankommt.

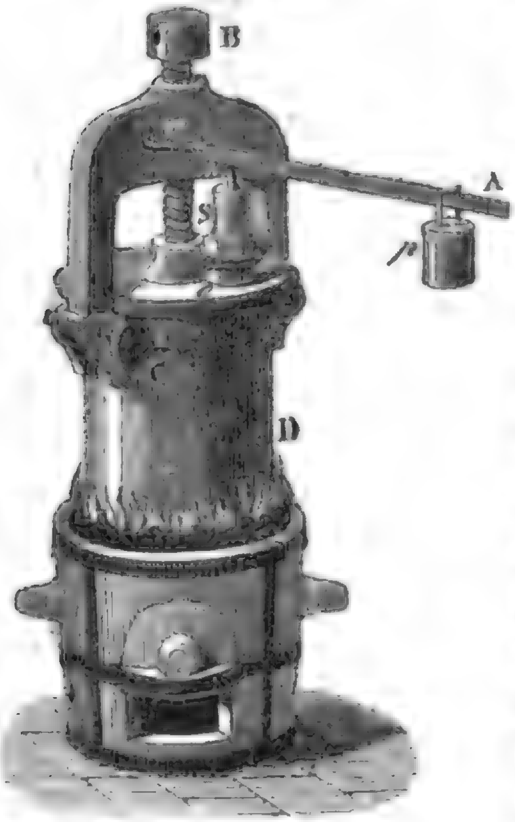
Neuere Methode der Phosphorgewinnung.

So lange nicht etwa die Unze zehn bis zwölf Dukaten, sondern das Pfund so viel, ja nur halb so viel und noch weniger kostete, war der beschriebene Weg ein ganz zweckmäßiger. Jetzt aber kostet das Pfund Phosphor ein Dreißigstel von dem was sonst die Unze kostete und daher ist man noch auf andere Methoden gekommen, vermöge deren man sehr werthvolle Substanzen, welche in den Knochen vorhanden sind, gewinnt, statt sie zu verbrennen. Diese Substanzen sind hauptsächlich Leim oder aus ihm darzustellende thierische Kohle, der erstere zu einem, uns Allen wohlbekannten Gebrauch, die andere zur Reinigung und Klärung vieler Substanzen, wozu Holzkohle nicht anwendbar, von zu geringer Wirksamkeit ist.

Man schlägt in diesem Falle zwei verschiedene Wege ein. Entweder man kocht die Knochen, aus denen man Phosphor bereiten will, unter sehr hohem Druck, da dann der **Kalk** in der Form des Knochens zurück bleibt und der Leim (Gallert) in der flüssigen Masse des papinischen Topfes enthalten ist, oder man löst nicht den Leim auf, sondern die Kalkerde, da dann der Leim, die thierische Gallerte, in Form der angewendeten Knochen zurückbleibt.

Die erste Operation pflegt man anzuwenden, wenn man entweder eine Leimsiederei mit der Phosphorfabrik verbindet, oder sie wird von Anderen angewendet, worauf sie die ausgekochten Knochen den Phosphorfabrikanten übergeben. Hierzu dient in beiden Fällen der papinische Topf, welchen Fig. 337 in seiner besten Gestalt zeigt, wie er, von Kupfer, mit dem erforderlichen Deckel und Ventil versehen, auf einem Ofen steht. In der Regel aber macht man den papinischen Topf von starken eisernen Platten, wie man die Dampfkessel anfertigt, denn der hier in der Zeichnung gegegene ist nur sehr klein, etwa von einem Fuß Durchmesser und 1½ Fuß Höhe, welches natürlich für eine Fabrik nicht ausreichend ist. Schon in den französischen Casernen, Armenhäusern und Hospitälern, in denen Tausende von Menschen täglich und Jahraus und Jahrein gespeist werden, bedarf man Dampfkessel von mehreren hundert Cubikfuß Inhalt, dort aber, wo man Leim aus gesammelten Knochen bereitet, sind die papinischen Kessel noch größer, welches übrigens ohne Gefahr geschehen kann, da sie nicht — wie bei Hochdruckmaschinen — einen Widerstand gegen den ungleichen Druck von zehn und zwanzig Atmosphären leisten sollen, indem schon bei zwei Atmosphären die Knochen erweicht werden.

Fig. 337.



In den gedachten Küchen trennt man das Fleisch sorgfältig von den Knochen und Knorpeln, kocht das erstere in **offenen** Kesseln, die gesammten Knochen aber in **papinischen** Kesseln und nachdem die Fleischsuppe und die Knochensuppe einzeln fertig geworden, mischt man beide mit einander zu Bouillon, und so gemischt erst haben die Beiden, für sich nicht besonders schmeckenden, denjenigen Geschmack, welchen man bei der Fleischbrühe so erquickend findet und welchen man mit den Ausdruck „kräftig“ zu bezeichnen pflegt.

Die so behandelten Knochen kocht man noch einmal aus, alsdann übergiebt man sie dem Phosphorfabrikanten; das daraus gewonnene zweite Wasser hat zwar nicht mehr Fett, wohl aber noch eine Menge Leim, und es wird nunmehr angewendet, um bei der nächsten Operation auf die frischen Knochen gegossen und mit diesen gekocht zu werden.

Ist es eine Leimfabrik, welche die Knochen benutzt, so ist man nicht sehr ängstlich in der Auswahl derselben, und frisch oder alt, vom Fleischer, vom Traiteur, vom Knochensammler, der sie aus den Straßenrinnen holt, gilt gleichviel — die Knochen werden in einem großen papinischen Topf ausgekocht und der Rückstand wird zu Phosphor bearbeitet.

Das Wesentliche bei dem Digestor ist jederzeit eine so große Stärke, daß derselbe der Spannung widerstehen kann, welche die Dämpfe auf ihn zu üben bestimmt sind (dies gilt für den Körper desselben D Fig. 337); ist ferner ein vollkommen luftdichter Verschluß, welcher dadurch erhalten wird, daß man den Deckel (der bei unserer Figur die Größe des ganzen Topfes hat, sonst aber nur so groß ist, daß ein Mann mittelst einer Leiter in den Dampfkessel hinabsteigen kann) vermöge einer starken Schraube B, welche durch einen eisernen Bogen a geht, mit genügender Kraft an den Deckel drückt, und ist endlich ein Ventil s mit einem Gewichte p an dem Hebelarm A verschiebbar, belastet und folglich, weil das Gewicht näher und ferner von dem Unterstützungspunkte gebracht werden kann, einer geringeren oder größeren Spannung der Dämpfe entsprechend.

Dieses setzt den Fabrikanten in Stand dem Wasser, welches die Knochen auslaugen, ihnen die auflöslichen Stoffe entziehen soll, eine so hohe Temperatur zu geben und gleichzeitig einen solchen Druck auf die Knochen auszuüben, daß das Wasser in die innersten Theile derselben dringt und die Knochen wirklich auslaugt.

Die entgegengesetzte Methode ist, nicht den Kalk, sondern den Leim in seiner ursprünglichen, in der Form der Knochen zu belassen; allein hier wollen wir die Sache nicht wörtlich verstanden haben. Die zurückbleibende Masse hat nämlich nicht die Form der K n o c h e n, sondern der zerkleinerten Knochenbröckel, die man in die Säure gethan hat. Das Zerkleinern geschieht, um der Säure mehr Angriffspunkte zu bieten. Gröblich zermahlen werden sie in einen großen, flachen Korb gethan, welcher in einen Bottich paßt, jedoch nur die Hälfte der Tiefe desselben hat. In dem Bottich befindet sich verdünnte Salzsäure, aus 2 Theilen käuflicher Salzsäure und 7 Theilen Wasser bestehend. Eine solche Einrichtung ist nöthig, weil die Säurelösung schwerer ist als die Knochen selbst, weil sie mithin, nachdem sie sich mit auflöslichen Mineralien beladen, auf den Knochen stehen bleiben, keiner anderen, noch nicht gesättigten Säure Platz machen würde; das

Aufhängen in einem Korbe ändert dies Verhältniß, die schwere, beladene Säure sinkt immer zu Boden und macht anderer, noch nicht oder doch weniger beladener Säure Platz.

Man pflegt in Phosphorfabriken einen Kreislauf regelmäßig anzuordnen um die Knochen auszulaugen, wie man es in den Pottaschesiedereien mit der Asche thut, so daß der erste Korb nach einigen Tagen in einen zweiten Bottich mit neuer verdünnten Säure kommt, nach abermals zwei Tagen in einen dritten, dann in einen vierten, worauf man erst die Masse für erschöpft hält und sie nunmehr dem Leimsieder übergiebt. Da jedoch die Körbe schwer sind, so macht man es lieber umgekehrt, man entfernt die Säure aus dem ersten Bottich und bringt sie in den zweiten, der frische Knochen in dem eingefügten Korbe enthält, und zu dem ersten gießt man neue verdünnte Säure, später läßt man die zweimal gebrauchte Säure in einen dritten und dann in einen vierten Bottich wandern, worauf sie erst als gesättigt angesehen wird. Die zweite Portion durchwandert gleichfalls alle vier Stadien, da sie jedoch schon ausgezogene Knochen findet, so ist sie auf dem vierten Stadium noch nicht gesättigt, deshalb räumt man nun den ersten Korb aus und schüttet neue Knochenbröckel hinein, hierdurch erhält die Säure den verlangten Sättigungsgrad.

Die späterhin aufgegossene Säure findet noch mehr erschöpfte Knochen, wenn sie den Weg durchgemacht hat, sie kommt daher gleichfalls auf die neu eingeschütteten Knochen, weil diese aber bereits einmal ausgelaugt worden, so sättigen sie die Säure auch nicht und sie gelangt deshalb in den zweiten Bottich, dessen Korb unterdessen ausgeleert und mit frischen Knochen gefüllt worden.

Auf diese Weise gelangt man dahin, daß jeder Bottich viermal mit Säure versehen, ehe er auf's Neue mit Knochen besetzt wird, ferner gelangt man dahin, daß die am schwächsten gebliebene Säure auf immer weniger angegriffene Knochen und ganz zuletzt erst auf solche kommt, die noch gar nicht ausgelaugt worden. Ist der Betrieb einmal eingerichtet, so bietet er nicht die mindeste Schwierigkeit dar.

Der Knochenrückstand ist Gallerte, wären die Knochen ganz geblieben, so würde man Knorpel genau so groß (eigentlich noch größer, nämlich gequollen) finden wie die eingelegten Knochen waren; so zerstückelt wie sie eingelegt werden müssen, findet man natürlich nur einen formlosen Brei. Dieser wird gewaschen, entsäuert, mit Kalk behandelt und dann zu Leim versotten; die Säure aber, welche die Kalkmasse von den Knorpeln geschieden hat, wird nun auf Phosphor verarbeitet.

Der Extrakt, den die Salzsäure aus den Knochen gemacht hat, besteht aus kohlensaurer und phosphorsaurer Kalkerde, welche beide die verdünnte

Salzsäure gelöst enthält, man thut zu dieser Lösung rohes salzsaures Ammoniak, hierdurch verbindet sich der kohlensaure Kalk mit der Salzsäure, so daß der Kalk seinen Sauerstoff abgiebt und zu Calcium wird, der Wasserstoff des Ammoniaks verbindet sich mit dem ausgeschiedenen Sauerstoff zu Wasser. Calcium, mit Chlor zu Chlorcalcium verbunden, bleibt in der Flüssigkeit gelöst, der phosphorsaure Kalk aber, der neben dem kohlensauren Kalk in den Knochen ist, bleibt unverändert und fällt, da er nicht im Wasser löslich ist, zu Boden. Mit diesem phosphorsauren Kalk wird nun auf die angegebene Art verfahren, und man hat gleichzeitig in der zurückbleibenden Knorpelsubstanz ein vortreffliches Material zur Leimgewinnung.

Die Ausbeute an Phosphor ist durchaus nicht gering, die Knochen enthalten so viel desselben, daß man von 100 Pfund 9 bis 10 Pfund erhält, schon dieses lohnt so reichlich, daß die Phosphorfabriken gute Geschäfte machen, wenn man aber Leimfabrikation und Phosphorfabrikation mit einander verbindet, so ist der Gewinn doppelt, und man nimmt wahr, daß die neueren Anlagen sämmtlich so eingerichtet sind, um beides zu erzielen, was um so vernünftiger ist, als die Phosphorausscheidung nur eine Vorbereitung zur Leimgewinnung ist.

Eigenschaften des Phosphors.

Der Phosphor ist ein Körper, welcher, wie die allermeisten Elemente, in allen drei Aggregatzuständen bestehen kann. Gewöhnlich erscheint er uns als fester, wachsähnlicher Körper; er kann sehr leicht geschmolzen werden, und mit Ausschluß der atmosphärischen Luft kann er auch dampfförmig, d. h. völlig durchsichtig wie Wasserdampf (nicht Dunst, dieser ist sichtbar) dargestellt werden. In der gewöhnlichen Temperatur ist er solcher Eindrücke fähig wie der Wachs, bei dreißig Grad ungefähr wird er sehr biegsam und weich, bei Temperaturen unter Null Grad ist er spröde und brüchig.

Der Phosphor, zwar ein Element, doch in seiner reinen Gestalt und ohne in Verbindung mit anderen Körpern zu sein, durchaus nur ein Kunstprodukt, weil er frei in der Natur gar nicht vorkommt, ist doch krystallinisch und kann aus seinen Auflösungen, ja noch einfacher aus sich selbst, wenn er in großen Massen geschmolzen und dann langsamer Abkühlung überlassen wird, in schönen Krystallen dargestellt werden.

Wenn man zwei Theile Phosphor mit einem Theil Schwefel unter Wasser zusammenschmilzt und die flüssige Masse so unter Wasser erkalten läßt, so scheidet sich der Phosphor in Gestalt eines der regelmäßigen

mathematischen Körper aus, welche aus zwölf gleich großen verschobenen Vierecken (Rauten oder Rhomben) besteht und daher auch zum Unterschiede von einem andern zwölfflächigen Körper „Rhombendodekaëder“ genannt genannt wird, indessen jener andere aus gleichseitigen und gleichwinkligen Fünfecken bestehend „Pentagondodekaëder“ heißt.

Auch wenn man Steinöl stark erhitzt und demselben Phosphor in größerer Menge zusetzt als in der Kälte gelöst werden kann, so bilden sich beim Erkalten der Lösung aus dem Phosphor, welcher ausgeschieden wird, gleich schöne, nur nicht ganz so große Krystalle, wie bei seiner Erzeugung aus der Verbindung mit Schwefel.

Das specifische Gewicht des Phosphors ist 1,77, sein Schmelzpunkt wird nicht ganz gleich angegeben, zwischen 40 und 44° C. Bei 290° kocht er (nach andern bei 300°) und löst sich in Dämpfe auf, welche eine Dichtigkeit von 4,35 haben, d. h. vier und ein Drittel mal so schwer sind als atmosphärische Luft.

Ist der Schmelz- und der Siedepunkt nicht genau bestimmt, so ist es der Erstarrungspunkt noch weniger. Man kann geschmolzenen Phosphor unter Wasser langsam erkalten lassen und ihn noch mehrere Grade unter Null geschmolzen, d. h. flüssig sehen, wenn man ihn jedoch so weit erniedrigt, umrührt, so erstarrt er augenblicklich und dabei erhöht sich die Temperatur um einige Grade, wie es auch mit Wasser der Fall ist, wenn man dasselbe behutsam und bei völliger Ruhe bis mehrere Grade unter Null erkältet.

Unter allen Elementen ist der Phosphor dasjenige, welches die meisten Verschiedenheiten hinsichtlich der Farbe (und einiger anderer Eigenschaften) zeigt. Wenn man ihn, der in der Regel gelblich ist, wie nicht genügend gebleichtes Wachs, bis auf 60° erhitzt und dann plötzlich abkühlt, so erscheint er schwarz, welches wie Thenard meint, von einer Veränderung in dem Gefüge herrührt. Die Farbe verschwindet beim Wiederschmelzen und kommt bei langsamem Erkalten auch nicht mehr zum Vorschein.

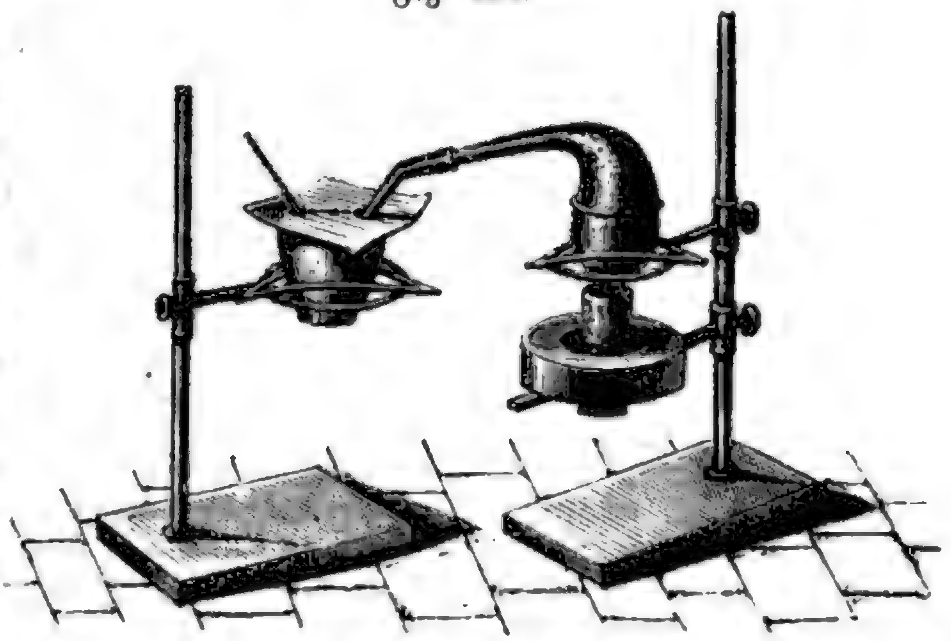
Amorpher Phosphor.

Setzt man den Phosphor den Sonnenstrahlen aus (unter der Voraussetzung, daß es im luftleeren Raum oder in einer Gasart geschehe, welche den Phosphor nicht chemisch verändert, also z. B. Wasserstoff oder Stickstoff), so wird derselbe sehr schnell geröthet, man schreibt dies einer Veränderung seiner inneren Gestaltung zu, aus krystallinischem wird nicht krystallinischer Phosphor, der Kunstausdruck für diese Umwandlung ist

amorpher Phosphor, im gewöhnlichen Leben benennt man ihn auch nach seiner Farbe, rother Phosphor, er ist von dem andern chemisch gar nicht verschieden, und doch verhält er sich sehr auffallend verschieden gegen dieselben Prüfungsmittel.

Man braucht den amorphen Phosphor jetzt in größerer Menge als sonst, darum hat man nach bequemeren Mitteln ihn darzustellen, gesucht, es gelingt dieses sehr gut, wenn man ihn längere Zeit stark erhitzt. Eine Retorte mit sehr langem Halse, oder wenn ein solcher fehlt mit einer luftdicht angefügten Verlängerung, wird zuförderst ganz mit Kohlensäure oder ganz mit Stickstoffgas gefüllt, dann bringt man trocknen gewöhnlichen Phosphor hinein und setzt die Retorte, unter welcher eine Berzeliuslampe angebracht werden kann, auf einen Ständer, den Hals aber oder dessen Verlängerung läßt man in eine kleine gläserne oder Platinschale oder eine tiegelähnliche Vorrichtung von demselben Stoffe, in welcher Quecksilber enthalten ist, sinken, so daß bei der Erwärmung Luft entweichen, aber keine sauerstoffhaltige Luft zutreten kann.

Fig. 338.



Nunmehr erwärmt man den Phosphor sehr langsam, doch nicht bloß zum Schmelzen, sondern weit über den Schmelzpunkt hinaus, bis nahe zu dem Siedepunkt hin, bis auf 240 oder 250° — weiter jedoch nicht aus einem sogleich anzuführenden Grunde.

Bei dieser Temperatur entweicht sehr viel Phosphor, welcher sich an dem Halse der Retorte ansetzt, nach und nach aber verwandelt sich der zurückbleibende Phosphor in die gedachte rothe Substanz, in den amorphen (gestaltlosen) Phosphor, und wenn dieses mehrere Stunden gedauert hat, so ist der größte Theil des in der Retorte enthaltenen Phosphors so verändert.

Man bringt Alles zusammen in eine flüssige Verbindung von Schwefel und Kohle, welche Schwefelalkohol oder besser und bezeichnender Schwefelkohlenstoff heißt; dieser Körper löst den gewöhnlichen Phosphor auf und läßt den amorphen als rothes Pulver ungelöst liegen. Wenn man diese rothe Substanz wieder erhitzt und zwar bis 260°, so geht dieselbe wieder

in gewöhnlichen Phosphor zurück, dies ist der Grund warum man bei der Bereitung desselben 250° nicht überschreiten darf, der amorphe Phosphor wird zwar gebildet, aber auch sogleich wieder auf seinen ursprünglichen Zustand zurück geführt; erhält man diesen amorphen Phosphor aber bei einer Temperatur welche 250° nicht überschreitet einige Tage lang, so wird die Farbe desselben immer dunkler und zuletzt bräunlich schwarz oder dunkelbraun mit einem Anstrich von Violet, in welcher Farbe er dann noch weniger veränderlich und angreifbar ist, als der amorphe Phosphor, der an sich schon viel weniger Neigung hat sich mit anderen Körpern zu verbinden, zu denen der gewöhnliche Phosphor eine entschiedene Verwandtschaft zeigt. So verbindet er sich z. B. nicht mit dem Schwefel, welches der gewöhnliche Phosphor sehr leicht und sogar sehr heftig thut, dergestalt, daß nicht selten eine Explosion die Folge dieser Verbindung ist.

Bewahrt man den Phosphor unter Wasser, welches eigentlich die einzige sichere Bewahrungsweise ist, so verliert derselbe sehr bald seine Durchsichtigkeit, er wird trübe und die äußere Fläche desselben wird mit einer gelblich weißen Haut bekleidet, welche Pelouze für ein Hydrat des Phosphors hält, ähnlich dem Chlorhydrat, welches auch eine Verbindung eines Elements mit Wasser ist.

Weißer Phosphor.

Phosphor, wenn er längere Zeit unter Wasser aufbewahrt wird, bedeckt sich mit einer weißen Rinde und wird dadurch undurchsichtig; wenn man den Phosphor in einer wohlverschlossenen Flasche unter Wasser bis auf 40° erwärmt und genau bei dieser Temperatur einige Zeit erhält, so bildet sich auf der Oberfläche des geschmolzenen Phosphors diese weiße Haut viel schneller als im kalten Wasser. Wenn sie sich vollständig geschlossen zeigt, so kann man sie von der Oberfläche des Phosphors sehr leicht trennen, dadurch, daß man sie mit einem wohlgereinigten Eisendrath berührt, sie scheint bei der Berührung von selbst abzuspringen, hat genug Consistenz um entfernt zu werden, auf der reinen Oberfläche aber bildet sich alsbald wieder eine neue weiße Haut, die späterhin eben so leicht entfernt werden kann. Dieser weiße Phosphor ist weich wie Wachs, leuchtet im Dunkeln und raucht an der Luft sehr stark, es scheint ein Hydrat zu sein, denn im luftleeren Raum verliert er, wenn er auch scheinbar trocken war, viel Wasser, und auf nur drei Grad mehr erwärmt als die Temperatur seiner Erzeugung, verliert er die weiße Farbe und seine Hydratform

und geht wieder in gewöhnlichen Phosphor zurück. Wird er unter einer Auflösung von kohlensaurem Kali in Weingeist geschmolzen und dann durch Wasser von 0° abgekühlt, so wird er so spröde, daß man ihn unter Wasser pulverisiren kann. Findet die Abkühlung aus der heißen Weingeistlösung aber durch Wasser von 15° statt, so bleibt er flüssig und zwar sehr lange Zeit, geht aber sogleich in den festen Zustand über, wenn man denselben mit einem Eisenstäbchen berührt. Eine eigene Erscheinung ist die Mittheilung dieser Erstarrung zwischen getrennten Phosphorpartikeln. Wenn man nämlich diesen weißen geschmolzenen und bei 15° mit Wasser geschmolzen erhaltenen Phosphor durch Schütteln oder Umrühren trennt, so bilden sich eine große Menge Kügelchen, die, durch Wasser geschieden, neben einander liegen. Berührt man nun eins dieser Kügelchen mit Eisen, so erstarrt nicht nur dieses, sondern alle übrigen zugleich mit dem berührten.

Die Luft scheint bei der Bildung des weißen Phosphors eine wichtige Rolle zu spielen, denn falls man luftleer gemachtes oder vorher ausgekochtes Wasser zur Bedeckung des Phosphors anwendet und dieses dann auf 40° temperirt, so kann man ihn einen ganzen Monat lang in dieser Temperatur erhalten, sein Aussehen wird sich nicht verändern.

Wir haben oben angeführt, wie weiß gewordener Phosphor und eben so wie rother Phosphor sich pulverisiren läßt, aber auch der gewöhnliche nimmt diese Gestalt an, wenn er in einer Flasche mit heißem Wasser geschmolzen und dann geschüttelt wird, bis er kalt ist. Zuvörderst theilt er sich in Tropfen, dann in Tröpfchen, und diese reiben und stoßen sich unter und in dem Wasser und an den Wänden des Glases so vielfältig, daß sie sich immer mehr verkleinern, bis sie zu wirklichem, kaum fühlbarem Pulver werden. Noch leichter geht dieses, wenn man den Phosphor in Urin erwärmt und damit schüttelt.

Auflösungsmittel für den Phosphor sind nicht gar viele. Die fetten und ätherischen Oele nehmen ihn in geringer Menge auf, Aether in etwas größerer, Wasser löst ihn gar nicht, ob man sagen kann, daß Schwefel ihn auflöse, weiß der Verf. nicht, beide Körper verbinden sich durch Schmelzen, allein dies scheint mehr eine in verschiedenen Verhältnissen stattfindende Legirung zu sein, als eine Auflösung, auch trennt er sich beim Erkalten in Krystallen vom Schwefel und dieser von ihm, wie bereits bemerkt. Chlorschwefel nimmt den Phosphor in ähnlicher Weise auf und der letztere krystallisirt auch aus dieser Verbindung.

Ein entschieden kräftiges und das beste Auflösungsmittel ist der Schwefelkohlenstoff, er nimmt beträchtliche Quantitäten davon auf. Die Lösung muß aber mit Behutsamkeit behandelt werden, denn von einer großen Oberfläche verdunstend, vertheilt sie den Phosphor so fein, daß er sich von selbst

entzündet, was bei der lebhaften Brennbarkeit des Auflösungsmittels natürlich von sehr gefährlichen Folgen ist. Man kann sich hiervon leicht überzeugen, wenn man einen Fidibus in die Auflösung taucht und fern genug von der Flasche trocknen läßt. Der Schwefelkohlenstoff entweicht und plötzlich steht das Papier über seine ganze Fläche in lebhaften weißen Flammen.

Künstliche Diamanten.

Eine Zeit lang machte diese Auflösung großes Aufsehen, machte sie große Erwartungen rege. Es war bekannt geworden, daß der Diamant nichts weiter sei als reiner Kohlenstoff im krystallisirten Zustande; dies rief eine Menge Versuche hervor den Kohlenstoff zur Krystallisation zu bringen. Humphry Davy glaubte durch seine große galvanische Batterie zu dem gewünschten Ziele gelangt zu sein, wenigstens Kohlenstoff geschmolzen zu haben (es war jedoch nur die Asche, nicht die Kohle, welche geschmolzen war); andere machten minder gescheut eingeleitete Versuche, ein Mr. Levasseur aber rief laut das Archimedische „ich habe es gefunden". Im Schwefelalkohol, einer leicht beweglichen Flüssigkeit von der Klarheit des reinsten Wassers, des Weingeistes oder Aethers, befindet sich die schwarze undurchsichtige Kohle mit dem gelben undurchsichtigen Schwefel zu einer durchsichtigen Flüssigkeit verbunden, sonst ist nichts in dem Schwefelalkohol vorhanden, er besteht lediglich aus Schwefel und Kohle, und die beiden festen Körper sind zu einer Flüssigkeit vereinigt und sind so durchsichtig und so stark, wo nicht noch stärker die Strahlen brechend, als der Diamant, ein Paar wesentliche Bedingungen sind also bereits erfüllt — es kommt jetzt nur noch auf die Kleinigkeit an, den durchsichtigen flüssigen Kohlenstoff fest zu machen und ihn vom Schwefel zu trennen.

Bekanntlich verbindet sich oder legirt sich Phosphor mit dem Schwefel — „nun denn", sagt Levasseur, „wir wollen Phosphor in den Schwefelkohlenstoff bringen, er wird sich mit dem Schwefel verbinden und wir werden den Kohlenstoff befreien und ihn krystallisirt, das heißt wir werden Diamanten erhalten".

Richtig geschah es so — wenigstens verkündeten die französischen Blätter das Wunder — schade nur, daß dadurch alle Diamanten vom „Kohi Nur" bis zum „Pitt" ihren Werth verlieren, denn begreiflicher Weise kommt es ja nur auf die Menge der Auflösung an, um die kolossalsten Krystalle zu erhalten.

Es war im Jahre 1828 als der Verf. im Hause des Herzogs Wilhelm von Würtemberg — eines sehr gelehrten Physikers und Arztes (derselbe hatte diese Wissenschaften so eifrig studirt, als wolle er sein Brot damit verdienen) — eine solche Solution sah und Monate lang zu beobachten Gelegenheit hatte — doch vergebens wartete der Fürst, wartete der Bürger auf die versprochenen Diamanten, deren Erscheinen so plausibel gemacht worden war, daß selbst Physiker daran glauben konnten. Allein es erschien nach vielfältigen Abänderungen des Verfahrens nichts weiter als Phosphor im krystallinischen Zustande, indem die gesättigte Lösung durch Verdunstung übersättigt wurde und der Phosphor mithin herauskrystallisirte, eine Erscheinung welche man jetzt sehr genau kennt und in allen Lehrbüchern der Chemie angeführt findet, welche aber sehr fern liegt von der erwarteten.

Die Leuchtkraft des Phosphors.

Eine der merkwürdigsten Eigenschaften des Phosphors ist seine Leuchtkraft, von welcher er auch seinen Namen hat (von dem griechischen Phoos Licht und pheroo ich trage, Phoosphoroos, Lichtträger, wir schreiben statt des griechischen Omega ω das Omikron o, also Phosphoros). Die früheren Chemiker, welche sich nicht damit begnügten die Erscheinungen aufzustellen, sondern sie auch erklären, den Grund dafür angeben wollten, haben sich hiermit vielfältig abgemüht, ohne das Richtige zu treffen, indem sie Alles lediglich der Oxydation, der langsamen Verbrennung zuschrieben.

Noch in des Verf. Jugendjahren wußten *Hermbstädt* und *Klapproth* nichts Besseres davon zu sagen und sie erklärten auch die Sache ganz natürlich. Phosphor, durch Reibung und Erhitzung entzündet, brennt mit *lebhafter* Flamme, ohne diese Erwärmung brennt er viel *schwächer*, brennt er zwar auch, aber *nicht* mit Flamme.

Berzelius ging zuerst ganz ehrlich zu Werke in dieser Sache, er stellte die Thatsache auf „Phosphor leuchtet im Dunkeln", oder „die Verdunstung des Phosphors findet unter Lichtentwickelung statt", wiewohl er selbst bis zum Jahre 1825 noch in der früheren Ansicht befangen war, denn in dem Werke, das unter seinen Augen und mit seiner begleitenden Kritik in dem gedachten Jahre von *Wöhler* nach der *Blöde Palmstedtschen* Bearbeitung in's Deutsche übertragen wurde, stehen noch die verhängnißvollen Worte: „dieses Licht wird von einiger Wärme begleitet und es ist eine Art des Verbrennens, bei welcher Sauerstoff

Digitized by Google

eingesogen wird, geschieht der Versuch in eingeschlossener Luft, so **hört** da Leuchten auf sobald der Sauerstoff verzehrt ist".*)

Ein anderes Zeugniß von dieser, damals tief eingewurzelten **Ansich** giebt einer der gelehrtesten und, was nicht immer mit **Gelehrsamkeit** ve einigt ist, der geistreichsten Männer, Fechner in seiner vortrefflichen **Bea** beitung des Thenard'schen Lehrbuchs der Chemie (dieses eine **Uebersetzun** zu nennen wäre eine Lästerung jenes großen Genies, sie ist ein **vollkomme** selbstständiges Werk, welches vier mal so viel Materie und **unendlich** vie mehr Wissenschaft enthält als das französische Werk, und den Name Thenard wohl nur als Buchhändlerspeculation an der Stirn trägt). Der selbe sagt Th. I., S. 194: „Das Leuchten und Dampfen zeigt sich **zwar** scho bei Temperaturen unter Null, vermehrt sich aber mit Erhöhung **der** Tem peratur und ist kurz vor der Entzündung am stärksten. Da sich **hierbei** eine Säure erzeugt, so ist dieses Leuchten ein wahres, obschon langsames Verbrennen, zu welchem also die Gegenwart des Sauerstoffs eine nothwendige Bedingung ist, weswegen der Phosphor im ganz luftleeren Raume, im reinen Stickstoff oder Wasserstoffgas nicht leuchtet."

Dieses Alles ist nicht wahr, es wurde nur gesagt, weil man das Leuchten so erklären zu müssen glaubte und weil feinere Beobachtungen fehlten. Jetzt steht die Sache so, daß man sogar weiß, trockner Phosphor verbindet sich mit trocknem Sauerstoffgas gar nicht. Der Phosphordampf aber ist es welcher leuchtet, ganz abgesehen von der Anwesenheit des Sauerstoffs, denn das Leuchten findet allerdings auch im luftleeren Raum, im reinen Wasserstoffgas, im Stickstoffgas statt, und zwar nicht, wie Fischer glaubt, auf Kosten des im Stickstoffgas noch etwa übrig gebliebenen Sauerstoffgases, sondern im reinen, d. h. von jeder Beimischung freien Stickstoffgas, und so wie das Leuchten in jeder solchen Gasart stattfindet, so vermindert es sich mit der Beschränkung der Verdampfung und hört auch mit derselben gänzlich auf, wie es hinwiederum eintritt, wenn man den Phosphor durch Erwärmung der ihn umgebenden Luft abermals zur Verdampfung bringt. Das Licht welches durch Oxydation entsteht, durch Säurebildung, ist auffallend von demjenigen verschieden, welches durch bloße Verdampfung entsteht, ja es kann das letztere abgesondert von dem erstern dargestellt werden.

Wenn man zerkleinerten Phosphor in eine Glasröhre bringt, und durch diese einen Strom Wasserstoffgas führt, so leuchtet der Phosphor in der Röhre, nicht aber das Gas — sobald nun aber das mit den Phosphor-

*) Berzelius, Lehrbuch der Chemie I., S. 222.

ämpfen beladenene, nicht leuchtende Gas aus eben dieser Röhre in die
eie Luft tritt, so fängt dort wo es die Röhre verläßt, nunmehr das mit
hosphordampf beladene Gas an zu leuchten. Zuerst war es die bloße
erdampfung, jetzt ist es die Oxydation des Dampfes.

Sehr merkwürdig ist demnächst der Einfluß einiger Gase und Dämpfe
uf das Leuchten des Phosphordampfes, so z. B. stört die Anwesenheit von
ho Aetherdampf in der Luft, worin sich der Phosphor befindet, das
euchten; so leuchtet derselbe nicht, wenn in einer Flasche mit 450 Kubikzoll
uft, ein einziger Kubikzoll schweres Kohlenwasserstoffgas enthalten ist, ja
Steinöl- und Terpentinöldampf sind noch viel wirksamer, des ersteren be-
arf die Luft nur ein Zweitausendstel, des letzteren nur ein Viertausendstel
m das Leuchten des Phosphors in einer so gemischten Luft zu hindern.

Auch Weingeistdampf wirkt wie Aetherdampf, auch die schweflige Säure
und das Schwefelwasserstoffgas hindern das Leuchten. Sonderbar erscheint,
daß der Salzbilder Brom das Leuchten nicht hindert, und daß der Salz-
bilder Chlor dasselbe vollkommen abschneidet.

Im Allgemeinen ist anerkannt, daß das Leuchten nichts weiter ist als
eine *begleitende* Erscheinung des Verdampfens und daß es nur deshalb ein
Verbrennen genannt wurde, weil man Beobachtungen des Verhaltens des
Phosphors in anderen Gasarten nicht mit genügender Schärfe angestellt
hatte. Das Verdampfen in atmosphärischer Luft ist jederzeit mit Absorption
von Sauerstoff verbunden, das Leuchten in diesem Falle ist also stets eine
Oxydation; es wird dabei phosphorige Säure gebildet, und diese Verbin-
dung geschieht stets unter Wärmeentwickelung, welche sich bis zu einem solchen
Grade steigern kann, daß der Phosphor sich entzündet.

Das Phosphoreudiometer.

Die Absorption des Sauerstoffs durch den Phosphor ist benutzt worden
um den Sauerstoffgehalt der Luft zu untersuchen. Wenn man Phosphor
in ein Porzellanschälchen, welches auf Wasser schwimmt, einlegt und beides
auf eine Schüssel mit Wasser setzt und mit einer Glocke zudeckt, so geht
natürlich hier dasselbe vor sich wie in freier Luft, nur ist die Möglichkeit
vorhanden den Verlauf zu beobachten, man kann sehen ob dabei *Luft* ver-
zehrt wird und *welche Luftart* es ist die verzehrt wird.

Fig. 339 zeigt die hierzu erforderliche Veranstaltung. Man sieht den
Phosphor auf dem Schälchen langsam verbrennen, sich mit phosphoriger

Digitized by Google

Säure bedecken, welches auf Kosten des in der Glocke enthaltenen Sauerstoffs geschieht. Deshalb steigt auch das Wasser in der Glocke empor und man sieht an der Höhe, bis zu welcher dieses geschieht, wie viel Luft verzehrt worden ist, eine ungefähre Schätzung wird uns sagen dies möge wohl ein Fünftheil betragen.

Fig. 339.

Mit ungefähren Schätzungen aber kann sich Niemand zufriedengestellt erklären, man will etwas Genaueres wissen, namentlich wenn sich's um solche Bestimmungen handelt, wie die Anwesenheit von Sauerstoff in der Luft, daher verfährt man um bessere Resultate zu erzielen, auf folgende Art.

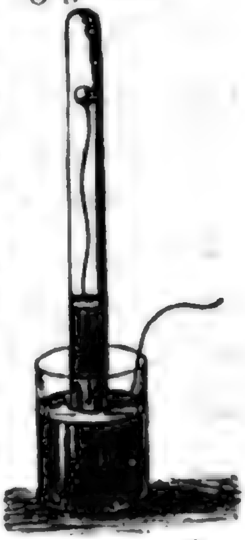
Man macht die Glocke viel enger, von viel kleinerem Durchmesser als die vorige Figur zeigt, man giebt ihr höchstens einen Zoll inneren Durchmesser, d. h. man nimmt eine fußlange Glasröhre und schmilzt sie an einem Ende vor der Gebläselampe zu.

Nunmehr macht man von derselben Glasröhre sich eine Glocke auf die nämliche Art, jedoch nur von etwa dem eilften Theile des Inhaltes. Man füllt die lange Röhre mit Wasser, stellt sie umgekehrt (mit der Oeffnung nach unten) in ein Gefäß mit Wasser und läßt nun aus der kleineren Glocke eine ihrem ganzen Inhalt entsprechende Luftblase in die Röhre treten, dort wo sie sich von dem Wasser begrenzt zeigt, macht man einen horizontalen Strich mit einem Diamant. Nun wiederholt man dies Einfüllen von Luft, und bei jeder solchen Blase macht man einen Strich, bis man zehn derselben eingefüllt hat, dadurch ist der innere Raum der Röhre in zehn ganz gleiche Abschnitte getheilt. Die untere Hälfte derselben pflegt man abermals zu theilen, jeden Abschnitt wieder in zehn, dieses aber geschieht nicht mehr auf die gedachte mühsame Weise (die der größern Genauigkeit wegen aber unerläßlich ist), sondern dadurch, daß man jeden einzelnen Abschnitt mit dem Zirkel theilt und diese Theilstriche, neun an der Zahl, zwischen je zwei benachbarte Striche einträgt. Die größeren Abschnitte könnten so bestimmt und gemessen um eine Kleinigkeit differiren, die kleineren in jeder Abtheilung wird man aber ohne Fehler dem Maße nach gleich machen dürfen, um gewiß zu sein, daß sie es auch dem Raumesinhalt nach sind.

Nun schreitet man zu dem Experiment. Ein Phosphorkügelchen von Erbsengröße wird auf einen weichen Platindrath befestigt. Die lange Glasröhre wird mit Quecksilber gefüllt und dieses wird innerhalb der Luft, welche man untersuchen will, ausgegossen (natürlich in ein anderes Gefäß, denn Quecksilber ist theurer als Wasser), und nur so viel Quecksilber bleibt darin, daß wenn man die Röhre in ein Gefäß mit Quecksilber gefüllt,

aufrecht stellt, das inwendig stehende Metall genau bis an den untersten Theilstrich reicht. Hat man nicht atmosphärische Luft, sondern irgend eine andere Gasart oder ein Gasgemisch auf seinen Gehalt an Sauerstoff zu prüfen, so füllt man das kleine Gefäß zehnmal mit demselben an und läßt aus demselben die Gasblasen in die getheilte Röhre steigen, bis diese bis zum letzten Theilstrich vollständig gefüllt ist.

Fig. 340.



Nunmehr führt man das Phosphorkügelchen durch das Quecksilber in den Luftraum der Röhre, wie die Fig. zeigt, bewegt dasselbe auch dann und wann so, daß es in alle Theile der Röhre gelangt und den Sauerstoff desto leichter und vollständiger absorbirt. An dem Stand des Quecksilbers wird man sehr wohl sehen, wie die Luft sich im Innern vermindert; wenn der Phosphor aber nicht mehr dampft und im Dunkeln nicht mehr leuchtet, und man nun zum Messen schreiten will, so drückt man die Röhre so tief in das Quecksilber hinab bis es inwendig und auswendig in ganz gleicher Höhe steht; nun gewahrt man an den Theilstrichen um wieviel weniger als hundert durch den Luftraum eingenommen werden. Bei der atmosphärischen Luft wird man gewöhnlich finden, daß statt hundert Theilen nur 79 vorhanden, 21 aber verschwunden sind, diese letzteren geben den Antheil Sauerstoff, welcher in der Atmosphäre vorhanden, und im Allgemeinen macht man keinen bedeutenden Fehler, wenn man sagt, die Luft sei eine Mischung aus vier Raumtheilen Stickstoff und einem Raumtheil Sauerstoff.

Verbrennung des Phosphors.

Der Phosphor brennt, wirklich angezündet, mit großer Lebhaftigkeit. Macht man das vorhin angeführte Experiment mit der Glasglocke, so daß man ein Stückchen davon auf eine Tasse legt, die wieder auf einer großen Schüssel steht (welche jedoch kein Wasser zu enthalten braucht), daß man dieses Stückchen Phosphor durch einen heißen Drath oder ein in die Lichtflamme gehaltenes Glasstäbchen vermöge der bloßen Berührung entzündet und dann die Glocke darüberdeckt, wie Fig. 341 zeigt, so flammt der Phosphor hell und lebhaft gelb brennend auf, in einigen Augenblicken sind aber so viel weiße Dämpfe entstanden, daß die

Fig. 341.

Flamme ganz unsichtbar wird, nicht so die Wirkung, welche sie auf die Dämpfe ausübt, die von dem Mittelpunkte her erleuchtet werden.

Der weiße Schein ist so milde und doch so energisch und scharf, daß wenn man der Glocke die Form einer Kugel geben und dieselbe bei Abend irgendwo in einem Garten anbringen würde, der unbefangene Zuschauer glauben müßte, er sehe den vollen Mond. Ist aber die Glocke statt mit atmosphärischer Luft, mit Sauerstoffgas gefüllt, so wird ganz dieselbe Erscheinung erzeugt, nur mit einem so strahlenden Glanze, daß hinein zu sehn den Augen wirklich wehe thut, schwache Augen es gar nicht ertragen können. Von vielen Personen wird der Anblick mit der Sonne verglichen, wenn sie am blendendsten scheint, wenn sie im Mittag steht, ja der Verf. hat einen sonst ganz gescheuten und gebildeten Mann gehört, welcher behauptete — er habe bis jetzt die Sonne für das hellste und blendendste Licht gehalten, er wisse aber nunmehr, daß es noch etwas Helleres gäbe, nämlich das Licht des im Sauerstoff verbrennenden Phosphors.

Dieses ist übrigens durchaus Täuschung, kein Licht kann mit dem der Sonne verglichen werden. Die irrthümliche Auffassung rührt daher, daß man dieses Experiment nur bei Abend macht, wo es allerdings die Kerzen und Gasflammen geradezu auslöscht, man sieht, so lange der Phosphor im Sauerstoffgase brennt, jene Flammen gar nicht, allein schon bei Tage in einem hellen Zimmer angestellt, macht das Experiment einen sehr viel geringeren Eindruck und geschieht es im Sonnenschein, so fällt von der erleuchteten Glocke nicht Licht, sondern ein breiter dunkler Schatten auf den Tisch, wie von jedem anderen undurchsichtigen Körper, welches deutlich genug zeigt, wie wenig wirkungsvoll dieses Licht dem Sonnenlichte gegenüber ist.

Die leichte Entzündlichkeit des Phosphors hat anfangs zu Spielereien geführt, eben so sein Leuchten im Dunkeln. Personen, welche schreckhaft sind, können dadurch wirklich Schaden erleiden; wenn in jener abergläubensvollen alten Zeit der König Belsazar durch eine leuchtende Schrift an der Wand in Staunen und Entsetzen gerieth, Zeichendeuter, Magier und Propheten zusammen berief, so kann dies nicht gerade sehr in Verwunderung setzen, allein noch heutigen Tages glauben viele, und nicht eben ordinäre, niedrig stehende, sondern sehr vornehme Personen an Gespenster, ich meine nicht weil Tischrückerei, Geisterklopfen, Emanulector und Psychograph und ähnlicher Unsinn, der einmal ein Zeichen der Zeit ist, solchen Einfluß auf die Menschen haben, ich meine einfach deßhalb, weil wir alle ja nicht von vernünftigen und vorurtheilsfreien Menschen, sondern von Dienstboten, Ammen, Kinderwärterinnen, Stubenmädchen erzogen werden. Was kümmert sich denn der vornehme Herr oder die Handwerkerfrau um das was bis zum vierten, fünften Jahre in der Kinderstube oder in der

Küche, der Schlafkammer mit den Kindern getrieben wird. In dieser Zeit aber wird der Grund zu all den Dummheiten, Gespensterfurcht, Hexerei und Aberglauben aller Art gelegt. Der Lehrer in der Schule hat genug mit Latein und Griechisch zu thun und denkt nicht daran den Aberglauben auszurotten, später wird der Glaube an die Existenz des Teufels zur Religionspflicht gemacht — nun dann ist es kein Wunder wenn man Gespenster sieht, wo nur ein wenig Phosphor glimmt, wie z. B. wenn man sein Gesicht mit einer Auflösung von Phosphor in fettem Oel bestreicht, allenfalls auch die Hände noch dazu, dann ist der leibhaftige Teufel fertig, denn der Anblick eines leuchtenden Gesichts mit schwarzen Flecken an Stelle der Augen und des Mundes, der Anblick leuchtender Hände, die aus dem dunklen Schatten einer nicht leuchtenden Umhüllung herausragen, hat allerdings etwas Schreckhaftes und ist in früherer Zeit von Taschenspielern und Gauklern oft genug gebraucht und gemißbraucht worden.

Aber dieses und besonders das Schreiben auf einem harten Körper mit Phosphor ist immer mit der Gefahr verbunden, daß sich der Phosphor entzünde, und die Verwundungen durch brennenden Phosphor sind äußerst schmerzhaft, weil sich beim Verbrennen desselben eine Säure bildet, welche äußerst hartnäckig an der verwundeten, verbrannten Haut- oder Fleischstelle haftet, die Phosphorsäure, und durch ihre ätzende Kraft die Wunde viel länger schmerzhaft und gereizt erhält, als dieselbe sein würde, wenn sie durch anderes Feuer entstanden wäre.

Anwendung des Phosphors.

Die Auffindung dieses merkwürdigen Körpers, dessen vorherrschende Eigenschaften leuchten und mit heller Flamme brennen, selbst bei sehr gelinder Erwärmung und geringfügiger Reibung waren, machte den Phosphor anfangs lediglich zu einem Gegenstande der Neugier, der Spielerei, der Betrügerei, es wurden damit Geister- und Teufelserscheinungen, es wurden damit Testamente zu Gunsten dieser oder jener unberechtigten Personen oder Corporationen bewerkstelligt, auch die Goldmacher verfehlten nicht, sich desselben zu ihren Zwecken zu bedienen, kurz die Geschichte der Wirksamkeit des Phosphors ist nicht sehr ehrenvoll.

Späterhin bediente man sich seiner zu physikalischen Spielereien. Ein Handelsartikel wurde der sogenannte Photophor (sagt dasselbe was Phosphorus sagt, Lichtträger). Eine mäßig große, starke Flasche halb voll eines fetten Oeles, welches mit Phosphor gesättigt war. Der Luftraum

über dieser Flüssigkeit war mit Phosphordämpfen gefüllt, in dem Augenblick wo man die stets geschlossen zu haltende Flasche öffnete, mischte sich atmosphärische Luft damit und der ganze innere Raum der Flasche wurde leuchtend, so stark, daß man bei Nacht die Uhr dabei erkennen und jedenfalls besser lesen konnte, als Diogenes beim Schein der Augen seiner Katze.

Beklebte man die Flasche nun mit schwarzem Papier und schnitt aus demselben Figuren, Todtenkopf, Teufelsfratzen, Gerippe und dergleichen, so wurde beim Oeffnen des Stöpsels nur dieses gesehen und konnte als Spielerei zwar unterhaltend genug, konnte in den Händen eines Betrügers, Schatzgräbers oder sonstigen Industriellen, wie sie das Ende des vorigen und der Anfang des jetzigen Jahrhunderts vielfältig aufzuweisen hatte, aber auch sehr gemißbraucht werden.

Eine andere solche Spielerei kann einen Begriff von dem Leuchten des Meerwassers geben. Wenn man einige Stücke Zucker oder Bimsstein oder kleine Stückchen Badeschwamm in eine Auflösung von Phosphor in Aether taucht und diese porösen, mit der Auflösung durchdrungenen Körper in einen Bottich mit Wasser legt, so sinken sie zu Boden, der Aether wird durch das Wasser aus dem Körper vertrieben und verbreitet sich an der Oberfläche.

So wie man nun mit dem Munde darauf bläst, so daß eine schwache Wellenbewegung sich über das Wasser verbreitet und die darauf ruhende Luft erneuert wird, so leuchtet die ganze Wasserfläche und das Schauspiel ist als Miniaturbild dessen, was es vorstellen soll, anmuthig genug.

Wenn man ein kleines Stückchen Phosphor und etwas chlorsaures Kali in ein Blättchen Zinnfolie wickelt, auf einen Ambos oder eine Eisenplatte (Plättbolzen) legt und mit der breiten Fläche eines Hammers darauf schlägt, so bewirkt man dadurch eine Explosion mit gewaltig heftigem Knall. Dieses Experiment fordert übrigens ganz besondere Vorsicht, weil niemals der Phosphor ganz verbrennt, sondern immer kleine Partikel desselben flammend umhergeworfen werden, also leicht die Zuschauer und den Experimentator verletzen können.

Das Schreiben mit Phosphor ist gefährlich, weil derselbe sich bei der Reibung entzündet, will man dergleichen machen, so thut man am besten es mittelst eines Pinsels mit einer Auflösung von Phosphor zu versuchen.

Erst nachdem der Phosphor alle diese Stadien durchgemacht hatte, wurde daran gedacht, ihn zu etwas Nützlicherem zu gebrauchen, ihn z. B. als Zündmittel zu verwerthen; so geschah es nun durch Signor Peibla zu Turin, welcher die sogenannten Turiner Kerzen (oder von ihrer Umhüllung

auch Glaskerzen) erfand, kleine Wachslichtchen, die mit dem Docht voran in eine gut passende Glasröhre geschoben wurden, welche vorn zugeschmolzen und in deren verschlossenem Ende ein Viertelgran Phosphor und eben so viel Schwefel befindlich. Wenn der Docht diese Mengung berührte, wurde die Kuppel der Glasröhre behutsam erwärmt, damit Phosphor und Schwefel zusammenflössen. Sobald dieses geschehen war, schmolz man die Glasröhre so nahe als möglich hinter der Kerze zu. Man hatte also ein Stückchen Wachslicht in einer Glasröhre hermetisch verschlossen. Mit dem andern Theile der Glasröhre wurde weiter so verfahren, und so machte man die Glaskerzen zu Tausenden, man versandte sie als Handelsartikel, jede einzeln in Papier verpackt, gegen Zerbrechen geschützt, also auch gegen Entzündung, denn die Entzündung konnte nur durch Zerbrechen der Röhre bewerkstelligt werden. Damit dieses aber ohne Gewalt geschehe, war in der Mitte des Röhrchens ein Feilstrich überzwerch gemacht, sobald man dieses nun mit beiden Händen faßte und bei dem Striche brach, zog man den Docht mit Schwefel und Phosphor heraus, und mit der Luft in Berührung entzündete dieses Gemenge sich und alsbald brannte auch die Kerze. Dieselbe Erfindung soll gleichzeitig von dem Grafen von Challant gemacht worden sein.

Der durch seine Luftfahrten zu einer unglücklichen Berühmtheit gelangte Professor Pilatre de Rozier erfand das erste eigentliche Phosphorfeuerzeug, welches er „Feu portatif", tragbares Feuer nannte. Es bestand aus einem Fläschchen mit Sand, auf dessen Oberfläche etwas Phosphor festgedrückt und durch einen Glasstöpsel verschlossen war. Die Zünder waren kleine Wachskerzen, deren Docht mit Schwefel und Colophonium eingerieben war. Dieser Docht wurde in die Flasche mit Phosphor gedrückt, von welchem sich eine Spur ansetzte, was bei der Reibung auf irgend einem rauhen Gegenstande Entzündung des Schwefels und des Dochtes hervorbrachte.

Noch ein anderes Phosphorfeuerzeug bestand aus einem Bleifläschchen mit Phosphor, welches auf einem mit Leder überzogenen Brettchen befestigt war. Ein gewöhnliches Schwefelholz wurde auf den Phosphor gedrückt und dann auf dem Leder gerieben, wodurch es alsbald entzündet wurde.

Alle diese Sachen hielten nur kurze Zeit Stand und vermochten nicht das allbekannte Feuerzeug aus Stahl, Stein und verbrannten Lumpen zu verdrängen, bis die chemischen Zündhölzchen, in Paris zwar erfunden, durch Wagemann in Berlin aber nacherfunden und mit einer unglaublichen Ausdauer und mit eben so großem Erfolge überallhin verbreitet wurden, so daß sie erfüllten, was man sich von dem Phosphorfeuerzeuge versprach und darum die ferneren Versuche damit fallen ließ.

Diese kleinen Fläschchen mit Asbest gefüllt und mit Schwefelsäure getränkt, nebst den dazu gehörigen Schwefelhölzchen mit den rothen Köpfchen bürgerten sich mit ihren tausendfach verschiedenen Gestellen, meistens spaßhafter Art, dergestalt ein, daß vom Jahre 1812 bis zum Jahre 1828 keine Rede mehr von etwas anderem war. Da erst tauchten die Streichzündhölzchen wieder auf, jedoch zuerst in einer unglücklichen Verbindung. Man mengte nämlich Knallquecksilber mit dem Phosphor, etwas Schwefel und Gummi zu einem Teig, tauchte die Hölzchen hinein und nach dem Trocknen rieb man die so bestrichenen Stellen auf Sandpapier, Schmirgelpapier oder sonst einem rauhen Körper. Diese Hölzchen waren sehr entzündlich, aber wegen des Knallpräparats auch sehr gefährlich, deshalb wurden sie z. B. in Sachsen von Amtswegen verboten, und wenn man einige Fälle der schrecklichsten Art in Erwägung zieht, welche sich hier und dort ereignet hatten, wohl nicht mit Unrecht. Es entstand ein großer Brand zu Salenche, welcher der sardinischen Regierung Veranlassung gab diese Zünder zu verbieten. Eine Streichhölzerfabrik in London ging in Feuer auf, nahm mehrere andere Häuser mit und kostete sieben Menschenleben. Zu Paris wurde eine Fabrik durch eine furchtbare Explosion zerstört — ebendaselbst brannte ein Bücherladen mit seinen Vorräthen aus, lediglich dadurch, daß ein Kind auf ein am Boden liegendes Streichzündhölzchen trat, dieses sich entzündete und durch die herumliegenden Papierschnitzel sich das Feuer sofort nach allen Seiten fortpflanzte. Ein Packet Zündhölzchen explodirte in der Tasche eines Mannes, der im Theater war, was die Flucht aller Zuschauer und damit viel Unglück durch Zerquetschen und Zertreten der Flüchtigen veranlaßte. Dies alles und hunderte von Unglücksfällen von geringerer Bedeutung brachte die Streichzündhölzchen so in Mißkredit, daß dieselben in vielen Ländern verboten wurden; ja Brandfälle, von denen Frachtwagen auf den Landstraßen betroffen worden waren, bewogen sogar die Versicherungsgesellschaften keine Assurance mehr anzunehmen, wenn unter den transportirten Waaren auch Streichzündhölzchen befindlich.

Allmälige Vervollkommnung.

Indessen schritt die Fabrikation derselben, zwar gehemmt durch die vielen Verbote, doch wieder ermuntert durch den Beifall des Publikums, immer weiter, man verließ zuerst die Knallpräparate und wandte sich zum chlorsauren Kali, wodurch sie aufhörten so gewaltig explosiv zu sein, sie

knallten nicht mehr, sie machten nur ein zischendes Geräusch, sie erschreckten nicht, auch ihre Bereitung war gefahrloser geworden, dann verringerte man den Phosphor so viel als möglich, dann ließ man den Schwefel weg und wendete statt dessen Stearin an, endlich wurde die Zündmasse gefirnißt, so daß sie nicht mehr mit der Luft in Berührung war und die Zündhölzchen also nicht mehr rauchten, nicht mehr den abscheulichen, unbequemen Qualm ausstießen und alle diese Vervollkommnungen hoben ihren Verbrauch dergestalt, daß ihnen etwas ganz anderes gelungen ist, als den sogenannten chemischen Feuerzeugen. Diese nämlich verdrängten Stahl und Stein, die Streichzündhölzchen aber verdrängten die, im Vergleich mit den verlassenen Feuerzeugen, fast unübertrefflichen chemischen Zünder. In der That glaubte man anfangs nicht an die Möglichkeit, denn ein Jeder sagte, „was will man denn noch mehr? hier ist ein trocknes Fläschchen, welches mit seinem steinernen Schwamm für die Säure durchaus keinen Schaden bringen kann, man taucht ein trocknes Hölzchen in diese trockne Flasche und hat alsbald ein glänzendes Licht — was giebt es da noch zu verbessern?"

Aber der rastlose Trieb nach dem Neuen und Vollkommeneren, der einmal in dem Menschen zu liegen scheint, sagte: „es muß noch etwas Einfacheres geben", und siehe es ward gefunden.

Das chlorsaure Kali hat hier die wesentlichsten Dienste geleistet, und erst in neuester Zeit ist man auf ein Ersatzmittel für dasselbe in dem Bleisuperoxyd von brauner Farbe gekommen, welches allerdings noch besser ist als das chlorsaure Kali, indem es den nöthigen Sauerstoff zur Verbrennung hergiebt und nicht gleichzeitig eine Art Explosion selbst im Kleinen, eine höchst gefährliche, im Großen angewendet, veranlaßt.

Da die Fabrikation der Streichzündhölzchen ein wichtiger Gegenstand der Industrie und des Handels geworden, so wollen wir hier, als an der richtigen Stelle (weil der Phosphor die Hauptrolle dabei spielt) eine Darstellung dieses Zweiges unseres Gewerbfleißes versuchen.

Das Prinzip aller dieser Feuerzeuge ist — auf ein Splitterchen leichten und leicht brennbaren Holzes eine Masse zu bringen, welche entweder durch Erwärmung oder durch einen chemischen Prozeß oder durch Reibung entzündet werden kann und dann das Hölzchen in Brand setzt, womit das Feuer weiter gegeben wird. Die ältesten sind die mit bloßem Schwefel überzogenen, welche durch Erhitzung an Schwamm oder Zunder entflammt wurden, dann kamen die durch den chemischen Prozeß entzündeten, endlich die durch Reibung belebten. Zu den ältesten nahm man Binsen, Strohhalme, Hobelspäne, noch jetzt besteht in den Gebirgsgegenden Deutschlands ein Gewerbe, das Fidibus machen, ein schmales (¼") und höchstens sechs Zoll langes Stückchen glatten Fichten- oder Tannenholzes wird von seiner

hohen Kante her abgehobelt, hundert solcher Hobelspäne zusammengebunden gelten einen Pfennig, und kann man sie rund um den Harz und um Thüringen für diesen Preis kaufen, trotz dessen, da ein Mann 38 bis 40,000 in einem Tage mit Bequemlichkeit machen kann (es werden nämlich der Länge und der Breite nach vier Brettchen an einander gelegt, ein Hobelstoß löst mithin 16 Fidibus ab) gewährt dies einen guten Tagelohn, wenn der Absatz nur so reichlich wäre als die Möglichkeit des Beschaffens.

Zu den chemischen Zündhölzchen nahm man statt dieser Hobelspäne gespaltene Hölzchen, man schnitt Klötzchen von 2½ Zoll Höhe aus schlichtem Tannenholz und spaltete sie zuvörderst grob, dann spalteten Kinderhände sie feiner und feiner bis zu einer so geringen Breite, daß 15 auf einen Zoll gingen.

Auch diese Verfertigungsart war noch zu mühsam und nicht rasch genug fördernd, und wie der Verbrauch sich mehrte, sann man auf Mittel solche Hölzchen zierlicher und doch schneller und leichter darzustellen, und man griff zu der Drathzange, durch welche man lang gespaltene Hölzchen zog, zu Spaltmaschinen u. s. w., bis man endlich wieder auf den Hobel zurückkam. Das Hobeleisen aber bestand aus einer 1/12 Zoll dicken Stahlplatte, vorn an der Schneide etwas umgebogen, so daß eben diese Schneide nicht schräg, wie der übrige Theil im Holzgestell steckte, sondern beinahe horizontal lief (mit einer ganz geringen Senkung nach vorne, um dadurch das Holz besser fassen zu können).

Dieses Hobeleisen war an dieser, die Schneide vertretenden Stelle mit vielen runden Löchern neben einander durchbohrt

oooooooooooooooooooo

welche jedoch durch Einschnitte von einander getrennt waren, so daß diejenigen Theile des Holzes, welche nicht in die runden Löcher paßten, bei dem Hobelstoß zwischen ihnen durchgehen konnten, indessen die wirklich gefaßten Theile hinter dem Hobel liegen blieben, natürlich in einer Länge von mehreren Fuß, so weit man ein Stück Holz ganz glatt und eben und ohne Ast bekommen konnte. Solcher Hobel ward natürlich durch eine Maschine geführt, hinter ihn her geht ein zweiter, welcher das gekehlte, canellirte Stück Holz wieder glatt stößt. Bei der Rückkehr des doppelt wirkenden Hobels findet also dieser wieder eine ebene Fläche vor, die er auskehlen, von welcher er neuerdings runde Streifen ziehen kann.

Diese Stückchen Holz, stricknadeldick und mehrere Fuß lang, werden neben einander gelegt und durch sehr fein schneidende Kreissägen in Längen von zwei Zoll zerschnitten und sie sind jetzt fertig zur Verwendung des Zündmaterials an ihnen.

Wichtigkeit des Gewerbszweiges.

Die Sache an sich scheint sehr klein, doch durch die große Menge der verbrauchten Hölzchen wird sie sehr groß und es ist einer der wichtigsten, vorzüglichsten Fabrikzweige geworden. Abels „Aus der Natur" giebt im neunten Bande unter dem Artikel Phosphor hierüber höchst schätzbare Notizen, noch ausgedehnter sind die Angaben des amtlichen Berichts über die Industrieausstellung von 1851 in London (Berlin bei Decker, 1853). Derselbe sagt, daß sie zuerst nach dem Jahre 1834 fabrikmäßig im Großherzogthum Hessen, namentlich in Darmstadt angefertigt worden, wo sich Dr. Moldenhauer um die Entwickelung dieser Industrie große Verdienste erwarb. Diese Behauptung ist nicht ganz richtig, der Verf. sah die ersten Reibzündhölzchen (mit Knallquecksilber) in Würtenberg von dortigen kleinen Fabrikanten verfertigt, im Jahre 1829, sowohl in Eßlingen als in Ludwigsburg und in Stuttgart; derselbe war am letztgenannten Orte in einer solchen Fabrik, wo bald nach dem Auftauchen derselben schon 30 Menschen verschiedenen Alters und Geschlechts beschäftigt waren, man machte noch ein Jahr später geräuschlose Zündhölzchen und Zündwachslichtchen.

Bald verbreitete sich diese neue Thätigkeit über ganz Deutschland, obwohl der kaum erwachende Fabrikzweig in Baiern, Sachsen, Hannover, Braunschweig und mehreren anderen kleinen Staaten durch polizeiliche Verbote unterdrückt wurde, indessen hat sich das Vorurtheil gegen sie geändert und es bestehen die meisten Fabriken gerade in dem ängstlichen Oestreich, dann in Preußen, Sachsen, Würtemberg, sogar in Baiern, überhaupt aber hat sich die Fabrikation derselben unglaublich ausgebreitet. In der hessischen Provinz Starkenburg waren im Jahre 1851 acht Fabriken, welche wöchentlich 50,000 Feuerzeuge im Werthe von 3000 Gulden lieferten.

In Oestreich hatte sich bis zu eben der Zeit die Fabrikation in solchem Grade gesteigert, daß nicht nur der Gesammtverbrauch der Monarchie gedeckt war, sondern daß die Streichzündhölzchen ein bedeutender Ausfuhrartikel geworden waren, ein Hauptgegenstand des Exports aus dem Hafen von Triest nach Chile. Im Jahre 1849 belief sich die Ausfuhr davon jährlich auf 10,000 Centner, der Verbrauch im Innern des Landes auf 40,000 Centner. Wie sich dieses gesteigert hat bis zum Jahre 1858, ist kaum nach Muthmaßungen anzugeben, denn es ist zwar die Zahl der Einwohner in Oestreich nicht bedeutend gestiegen, die Zahl der Verbraucher aber in's Unglaubliche, indem die Hölzchen durch Hausirer in die kleinsten und fernsten Oertchen gelangt und wo sie sich einmal eingebürgert haben, ihrer außerordentlichen Bequemlichkeit wegen nicht mehr aufgegeben werden.

Ein Exempel solcher Steigerung giebt der Handelsverkehr auf der Elbe. Von Böhmen wurden auf der Elbe nach Hamburg verschifft im Jahre 1848 286 Centner. Im Jahre 1849 beinahe dreimal so viel, nämlich 790 Ctr. und im Jahre 1850 wieder weit mehr als doppelt so viel wie im Jahre vorher, nämlich 1860 Centner.

Von der Gesammterzeugung (für 1849) von 50,000 Centner fällt auf Böhmen allein ein Drittel, das Uebrige fällt beinahe ausschließlich auf Wien und dessen nächste Umgebung. In Wien allein waren 16 Fabriken, zu Fünfhaus 3, zu Pottendorf und zu Tuln (beide im Lande unter der Ens, Pottendorf im Viertel unter dem Wiener Wald, zu welchem Wien selbst gehört, Tuln im Viertel ob dem Wiener Wald) und eine zu Schärding im Lande ob der Ens (Ober-Steiermark). In Wien selbst soll eine Fabrik sein, welche 3000 Menschen beschäftigt (wenn dies nicht eine fehlerhafte Angabe ist).

Verbrauch an Material.

Welche Masse von Material dieser geringfügige Gegenstand fordert, möge das folgende Beispiel zeigen. Eine Fabrik in Böhmen, welche nur mit 100 Leuten arbeitet, liefert jährlich 200,000 Kistchen mit 5000 Zündhölzchen. Diese Fabrik verbraucht 25 Centner Salpeter, 6½ Centner Phosphor, 300 Centner Schwefel, hierzu 500 Klafter leichten Holzes.

Rechnet man diesem Exempel zufolge den ganzen Verbrauch von Oestreich mit seinen 22 Fabriken, und nimmt man selbst an, daß keine größer wäre als zu 100 Arbeitern, so würde man schon 550 Centner Salpeter, 130 Centner Phosphor und 7000 Centner Schwefel haben, da diese Budweißer Fabrik aber zu den kleineren gehört und es in Wien welche, viele giebt, die ganz unverhältnißmäßig größer sind, so stellen sich die Zahlen ganz anders. Oestreich verbrauchte im Jahre 1849 bereits 1250 Centner Salpeter, 325 Centner Phosphor und 15,000 Centner Schwefel. Hierzu kommen 200,000 Centner fertig gehobelten Holzes. Die Stäbchen werden auf ähnliche Weise wie oben beschrieben, von Tischlern gemacht mit einem Hobel den ein Mensch regieren kann, also ohne Maschine; ein fleißiger Arbeiter vermag in 12 Stunden so viel zu schaffen, daß man 1,800,000 Hölzchen daraus schneidet.

Eine Fabrik zu Goldenkron bei Kruman in Böhmen soll nach neueren Angaben von Körner jährlich 1000 Klafter Holz verbrauchen und aus jeder Klafter 14 Mill. Hölzchen machen, welche den Werth von 1150 Gulden

haben, indeß die Klafter Holz dort 11 Gulden kostet. Es scheint übrigens auch hier ein Irrthum zum Grunde zu liegen, welcher die ganze Notiz einigermaßen verdächtig macht, nicht halb so viel kostet nämlich in dem viermal stärker bevölkerten Preußen eine Klafter leichten Holzes, in Böhmen, welches noch drei Viertheile seines Flächenraums Wald hat, dürfte dies Material also noch viel billiger sein.

Auch das Folgende scheint nicht ganz richtig: Aus einer Tanne macht ein Fabrikant 432 Millionen Hölzchen. Nach dem amtlichen Bericht fordern 50,000 Millionen (das Produkt Oestreichs) 5000 Klafter Holz, d. h. aus einer Klafter erhält man 10 Millionen, soll eine Tanne 432 Millionen Stück geben, so muß sie viel mehr als 43 Klafter Holz liefern, denn nur das ganz schlechte, astfreie kann benutzt werden, aber nehmen wir Alles zusammen sammt dem unbrauchbaren Zopf und den Aesten, so hat selbst die größte Araukaria mit 300 Fuß hohem Stamm nicht solchen Kubikinhalt, vielweniger eine 120 Fuß hohe und am Stammende 5 Fuß dicke Tanne (schon ein Riese), sie hat höchstens 10 Klafter, also noch nicht ein Viertel des angegebenen Inhalts. Solche Irrthümer schleichen sich wohl ein, wenn man nur nachschreibt, nicht auch nachrechnet. Demselben Fehler unterliegt wohl auch die Zahl der Hölzchen, welche ein Mann in einem Tage liefern kann, beinahe 2 Millionen, daraus folgt, daß die Holzstreifen für sämmtliche Fabriken in Oestreich von 83 Menschen gehobelt werden könnten.

Sehr große und zahlreich besetzte, so wie viele kleinere Fabriken hat Preußen, und was für ein lohnender Gegenstand dieses Fabrikat sein müsse, geht aus dem Umstande hervor, daß Preußen sein Holz dazu zu Schiffe aus Schweden kommen lassen muß. Es fehlt auf dem flachen Lande an Tannen oder Fichten, welche ihres weichen Holzes wegen allem andern vorgezogen werden und da der Landtransport aus Schlesien oder dem Harz viel zu kostspielig wäre, so läßt man hunderte von Schiffsladungen aus dem bergreichen Schweden kommen, woselbst diese Bäume trefflich gedeihen.

In neuerer Zeit hat die französische Zündhölzchenfabrikation die deutsche beinahe eingeholt und die östreichische weit überflügelt, in Frankreich werden gar keine Hölzchen aus Deutschland eingeführt, um so schneller hat sich seine Industrie in dieser Hinsicht gehoben. Die daselbst jährlich verbrauchte Quantität Phosphor beträgt 600 Centner (in Oestreich 325). Auch in den amerikanischen Freistaaten, welche sich sonst vorzugsweise durch ihre Industrie der hölzernen Schinken und gedrechselten Muskatnüsse auszeichneten, hat sich die Zündhölzchenfabrikation bereits eingebürgert, jedoch keineswegs so, daß man an der verringerten Einfuhr bereits dies bemerken könnte. England braucht zwar noch unsere Waare, aber keineswegs mehr unseren Phosphor, seine Zündhölzchenfabriken nahmen diesen sonst durchweg

vom Continent und ihr Bedarf wurde kaum durch 20,000 Thlr. gedeckt, jetzt wird der dort verbrauchte Phosphor auch in England fabricirt und der Continent, namentlich Deutschland, ist so thöricht eins der werthvollsten Materialien, die Knochen, in unzähligen Schiffsladungen nach England zu schicken, wo man sie auf Leim und Phosphor verarbeitet und mit dem Rest die Felder düngt, etwas das wir auch könnten, wenn wir gescheut genug wären.

Wie dieser Gewerbszweig sich weiter ausbreitete, so folgte natürlich gleichen Schritt damit haltend, eine Vereinfachung der Arbeit, eine Vervollkommnung des Fabrikats und eine außerordentliche Verringerung des Preises. Der Verf. hat ein Schächtelchen mit 100 Zündwachslichtchen mit 24 Kreuzer oder 7½ Ngr. bezahlt, jetzt gilt ein solches 3 Kreuzer oder 1 Sgr. Der Verfasser hat 100 Stück Zündhölzchen mit 6 Xr. oder 2 Ngr. bezahlt, jetzt bekommt man die allervollkommensten schwefelfreien zum zehnten Theile dieses Preises, man bekommt nämlich 1000 Stück wohl verpackt in 10 Papierschächtelchen mit Glaspapier versehen, für 2½ Sgr. oder 7½ Xr.

Eine ganze Reihe verschiedener Zündmassen wurden nach und nach in Anwendung gebracht, von denjenigen welche krachende Explosionen gaben, bis zu denjenigen die fast ganz geräuschlos brennen. Von denjenigen, welche ganze Klumpen Schwefel enthielten und die Zimmer verpesteten, bis zu denjenigen, welche man deswegen geruchlos nennt, weil sie keinen Schwefel enthalten, ist alles Mögliche durchprobirt worden und es sind die bedeutendsten Fortschritte gemacht, so auch an jenem, durch die Anhäufung von Phosphor und Schwefel so entzündlich gewordenen Stoffe, den man nur mit einem feurigen Auge anzusehen brauchte um ihn zu entflammen, von demjenigen, der im Sonnenschein jederzeit von selbst anbrannte oder explodirte, bis zu den jetzigen, bei welchen eine Erhitzung bis auf 90 Grad, ja bis zum Siedepunkt des Wassers (100° C.) noch ohne Erfolg ist.

Unzweifelhaft ist dies ein so wesentlicher Nutzen, wie der Schutz, den man ihnen gegen Feuchtigkeit zu geben wußte, und darum sind auch die meisten Verbote dieser Zünder nach und nach stillschweigend gefallen, man hat sie noch nicht faktisch aufgehoben um sie nöthigenfalls gegen wirklich gefährliche Apparate anwenden zu können, allein man läßt die nicht gefährlichen ungehindert ihr Glück versuchen, und so sind denn neben den Zündhölzchen und Zündkerzen auch noch Cigarrenzünder und Tabakszünder von der Form kleiner Nägel, deren Spitzen man in den Tabak steckt und sie dann durch Reibung entzündet, so sind die Papierzünder, die Pfeifenfidibus, die Glimmhölzchen und hundert andere Formen entstanden, welche alle auf demselben Prinzip beruhen, durch Reibung entzündet zu werden und ohne Explosion zu brennen.

Die eigentliche Zündmasse.

Es handelt sich nunmehr um diese Zündmasse, welche die mannigfaltigsten Variationen erlitten hat, bevor sie auf ihrem jetzigen Standpunkte angelangt und stehen geblieben ist. Dieselbe besteht aus Phosphor, einem oxydirten Körper, welcher leicht seinen Sauerstoff hergiebt und aus Leim oder Gummi.

Zuerst wird der Phosphor pulverisirt. Dies geschieht, wie begreiflich, nicht durch Reibung, sondern dadurch, daß man den Phosphor bei sehr gelinder Erwärmung in einer Gummiauflösung so lange rührt, bis er sich nach und nach auf das feinste vertheilt hat und wirklich zu einem im Gummi schwebenden Pulver geworden ist. Auch nicht ein Stückchen von der Größe eines Stecknadelknopfes darf darin ganz zusammenhängend gelassen werden, es muß alles völlig fein zertheilt sein.

Die Temperatur, bei welcher die Vertheilung geschieht, darf niemals 30 Grad überschreiten, man läßt den Phosphor bei 40 Grad schmelzen und beginnt nunmehr ihn sehr langsam zu verrühren, bis die Temperatur so weit gesunken ist, daß keine Entzündung der auf die Oberfläche gedrängten Phosphorpartikelchen mehr stattfinden kann; sie ist zwar nicht im mindesten gefährlich und die Entzündung wird auch sofort durch das Untertauchen in die übrige Masse gelöscht, aber der so angebrannte Phosphor ist oxydirt und zieht Feuchtigkeit aus der Luft an und wird so die Ursache, daß die fertigen Zünder ihren Werth verlieren, schlecht zünden, weich, beim beginnenden Frottiren sich von dem Holze lösen 2c.

Ist die Temperatur unter dreißig Grad gesunken, so kann das Verrühren mit größerer Kraft fortgesetzt werden und wenn nach und nach niedrigere Temperaturen eintreten, so reibt man immer schneller, bis aller Phosphor gänzlich aufgelöst ist.

Zu diesem Brei mischte man nun in früherer Zeit fein geriebenes chlorsaures Kali, man ist seiner Gefährlichkeit wegen jedoch gänzlich von demselben zurück gekommen, oder wendet es mit anderen sauerstoffreichen Körpern nur in einer sehr geringen Quantität an. Ist es allein als Zündmasse neben dem Phosphor, so erkennt man es sogleich an dem kleinen Geräusch, mit welchem die Entzündung der Streichhölzchen verknüpft ist, diese Explosion wird um so geringer, je kleiner der Antheil der Beimischung des chlorsauren Kalis ist und verschwindet ganz wenn man es, wie jetzt gebräuchlich, überhaupt wegläßt.

Man wendet jetzt Mennige oder statt des rothen Bleioxyds das braune Bleisuperoxyd an, oder man nimmt statt des chlorsauren Kalis, das

salpetersaure Kali (gewöhnlicher Salpeter), oder man nimmt eine Mischung von diesem und von Braunstein, so vermindert man die Gefahr, ohne das Präparat schlechter zu machen.

Aus dem Phosphorbrei und einem der gedachten sauerstoffreichen Körper wird ein dünner, zerfließender Teig gemacht, der, wenn man ihn auf eine horizontale Fläche gießt, nicht höher als ein zwölftel Zoll darauf stehen bleibt, in diesen dünnen Brei werden die Hölzchen getaucht, und zwar geschieht es nach dem Schwefeln oder Einfetten, in Verbindung mit einer dieser Operationen rasch hinter einander.

Ein Jeder kennt das Instrument, welches man eine Buchbinderpresse, Serviettenpresse, Kartenpresse nennt. Diese Pressen sind ganz gleich und lediglich durch die Größe verschieden, bestehen aus zwei Balken mit zwei langen Schrauben, und das dazwischen zu legende, Bücher, Karten, Servietten, bestimmt ihre Größe und ihren Zweck.

Eine solche Presse, zwischen deren zwei Balken man zwanzig oder funfzig Leisten legen kann, auf denen die Schwefelhölzchen ruhen, wird erfordert, um viele Hölzchen gleichzeitig einzutauchen. Die Leisten sind zwei Zoll breit und sind quergereift, so daß ein Reifchen, eine halb cylindrische Vertiefung, dicht neben der andern liegt; solcher Vertiefungen enthält jedes Brettchen 100 oder 200, je nach der Größe der Fabrik und der Geschicklichkeit des Arbeiters, denn dies letztere kommt dabei sehr in Betracht, es ist etwas viel schwierigeres einen Rahmen mit 40,000 Hölzchen, als einen solchen mit 10,000 gleichmäßig einzutauchen.

Die Leisten sind alle gleich lang und alle haben an ihren Enden Löcher mittelst denen sie über die beiden Schrauben der Presse gelegt werden können. Das erste Leistchen liegt an Ort und Stelle, ein Kind legt die Hölzchen in Rinnen, jedes vom andern getrennt, doch jedes so nahe als möglich am andern, damit ihrer viele auf einen geringen Raum liegen. Die gehobelten Vertiefungen geben die richtige Weite genau an.

Ist solche Leiste mit 100 Hölzchen belegt, so wird eine zweite darauf gedeckt und nun diese mit Hölzchen beladen, dann wird eine dritte darauf gedeckt und so fort, bis die verlangte Anzahl beisammen, oder bis die Länge der Schraubenspindeln erschöpft ist.

Bevor jetzt die Schrauben angesetzt und die Hölzchen zwischen den Leisten fest gedrückt werden, ordnet man sie mittelst eines flachen Brettes, so daß sie auf einer Seite genau mit dem Rücken der Leiste abschneiden, hierdurch stehen sie, da sie vollkommen gleich an Länge sind, auf der anderen Seite ganz gleich weit vor, welches gewöhnlich einen halben Zoll beträgt, hierauf schraubt man sie fest, so daß sie beim Umkehren nicht herausfallen.

Eine heiße und durch untergesetzte Lampen heiß erhaltene Granit- oder Marmorplatte, welche größer ist als die Fläche aller zusammengedrückten Schwefelhölzchen sammt dem Ramen der Presse, steht ganz horizontal und enthält auf ihrer Oberfläche eine dünne Lage geschmolzenen Schwefels, hier hinein drückt oder legt man, taucht man die ganze Masse der Hölzchen, aber nur einen Augenblick, hebt sie empor und giebt ihnen einen Schwung nach unten, um alles was zu viel daran haftet, sofort abträufeln zu lassen. Da der Schwefel augenblicks erstarrt, so ist die ganze Masse auch geeignet, eben so schnell wieder in die nächste Hand befördert zu werden.

Diese hat vor sich eine ähnliche Vorrichtung wie die für den Schwefel, nur ist der Stein mit sehr dickem sämisch gegerbtem Leder überzogen, damit durch einen ungeschickten Druck seitwärts zuerst niedergelegt, der Rahmen mit Schwefelhölzchen nicht einen Theil seiner Schwefelung verliere.

Auf den weichen Ueberzug wird die Phosphorlatwerge aufgegossen und durch einen breiten Pinsel gleichmäßig vertheilt und der Rahmen mit den geschwefelten Hölzchen wird hier hinein getaucht, die Hölzchen überziehen sich mit Knöpfchen von der Reibezündmasse, welche jetzt in der Regel so bereitet wird, daß höchstens ein Zwölftel der trocknen Substanz (nach Otto's Angabe nur ein Funfzehntel) an Phosphor vorhanden ist. Es wird hierdurch die Darstellung der Zündhölzchen viel wohlfeiler und sie selbst werden viel weniger gefährlich.

Die Rahmen werden nun in der Trockenstube aufgestellt um das überflüssige Wasser der Phosphorlatwerge zu verlieren, dann werden sie in Stearinsäure getaucht, wodurch sie geschützt sind gegen das Anziehen von Feuchtigkeit.

Das Trocknen selbst muß, da es schnell geschehen soll, mit großer Vorsicht vollführt werden. Luftströme aus heißen Luftheizungsräumen, in einer Temperatur von 28 bis 30 Grad werden unten einerseits eingeführt und gehen nach dem Durchziehen des Trockenraumes oben wieder fort, mit Feuchtigkeit beladen. In dieser Temperatur genügt das Vorbeistreifen eines Arbeiters mit den Haaren um eine Entzündung zu bewerkstelligen. Damit eine solche, wenn sie einmal stattfindet, sich nicht über den ganzen Raum verbreite, sind die aufrecht stehenden Reihen von beladenen Rahmen oder Pressen durch dazwischen geschobene Schirme von Blech getrennt, so daß im Falle einer Entzündung nicht die ganze Kammer in Feuer stehe, sondern dasselbe zwischen zweien Blechschirmen beschränkt bleibe. Eine Veranstaltung, welche sich als sehr nützlich erwiesen hat.

Für den Fall, daß man keinen Schwefel haben will, muß man das Holz auf eine andere Weise leichter entzündlich machen. Der bloße Phosphor und Salpetersatz brennt zu leicht ab um das Holz zu entzünden,

wenn es so unvorbereitet in seinem gewöhnlichen Zustande von der schwachen Flamme getroffen wird, für diesen Fall verfährt man folgenderart:

Die Hölzchen werden auf die beschriebene Weise gelegt, ganz gerade gestoßen, nun aber statt in Schwefel getaucht zu werden, einen Augenblick an eine rothglühende Eisenplatte gehalten, bis sie sich braun färben vor der anfangenden Verkohlung; dann taucht man sie in flüssige Stearinsäure, welche eben so wie der Schwefel auf einer heißen Steinplatte geschmolzen und auseinander geflossen ist und das Holz nun nicht überzieht, sondern durchdringt, tränkt.

Unmittelbar nach dieser Operation werden die Rahmen wie vorhin beschrieben in die phosphor- und salpeterhaltige Latwerge getaucht und dem Trocknen übergeben.

Solche Hölzchen zünden sehr gut, doch ist dabei zu beobachten, daß von dem Augenblick, wo die Friction und die daraus hervorgehende Zündung erfolgt ist, man das Hölzchen so lange still halte bis das Holz brennt. Fährt man nach der Reibung mit dem sprühenden Hölzchen nach dem Lichte, so erlischt das Hölzchen, weil der Luftzug die zur Entzündung des Holzes nöthige Wärme entführt, bei der Schwefelung ist diese Vorsicht nicht erforderlich, allein sie ist so geringfügig und so leicht zu üben, daß ein jeder gern damit den Uebelstand der schlecht riechenden Schwefelhölzchen sich abkaufen wird.

Ist alles bis hierher geschehen, so werden die Schraubzwingen gelöst und die Hölzchen zu 100 in kleinen Etuis von Pappe oder zu 500, zu 1000 in Kästchen, Tönnchen von Holz, roh, angestrichen, polirt, je nach dem Preise den man daran wenden will, verpackt, zur Verschickung mit feinen Sägespänen oder mit Kleie bedeckt und dann in größeren Kisten der Frachtfuhre oder dem Schiffe übergeben.

Bei dieser neueren Gattung von Streichzündern ist keine Gefahr zu besorgen, und wenn sonst die Versicherungsgesellschaften sich vor diesem Artikel scheuer noch zurückzogen, als vor der Versicherung der Schauspielhäuser, so hat diese Scheu jetzt aufgehört, allein ein anderer Uebelstand ist mit der Zeit dem Publikum und den Sanitätsbehörden kund geworden, das ist die fürchterliche Krankheit, welche viele der Arbeiterinnen in den mit Phosphordampf erfüllten Räumen befällt, der Knochenfraß, und zwar an einem bestimmten Theile des Körpers, nämlich an der unteren Kinnlade.

Schon in den dreißiger Jahren war das Vorkommen der Krankheit den Fabrikanten und allen denen die damit in Verbindung standen, wohl bekannt, im Jahre 1845 wurde die Aufmerksamkeit der Aerzte durch Dr. Lorinser in Wien auf das Erscheinen derselben in den Zündhölzchen-Fabriken gerichtet. Es zeigen sich schmerzhafte Geschwulste der unteren

Kinnlade, dann Abblätterung des Knochens und endlich Ausstoßung des ganzen Kinnladenknochens, oder vielmehr des Restes, den die Abblätterung übrig gelassen hat.

Der Verlauf der ganzen Krankheit, welche, wie man glaubt, nur das weibliche Geschlecht ergreift (was jedoch irrig ist, und nur darin seinen Grund hat, daß zu dem Geschäfte des Eintauchens in die Phosphormasse, des Trocknens, des Zählens und Einschachtelns meistens nur Mädchen genommen werden), ist schrecklich genug und äußert sich nach den Untersuchungen des Freiherrn von Bibra (eines berühmten Chemikers, der in Nürnberg seinen Sitz hat) und des Dr. Geist in folgender Art.

Die Patienten (unter 68 Kranken waren nur fünf Männer) bekommen zuerst Zahnschmerzen, welche sich über mehrere Zähne, häufig sogar in beiden Kinnladen verbreiten, anfänglich weiter keine besondere Aufmerksamkeit erregen, weil Zahnschmerzen eine sehr allgemein verbreitete Krankheit sind und weil die Leidenden immer ein paar hohle Zähne haben (vollkommen gesunde Menschen mit tadellosen, nicht angestockten Zähnen werden davon nicht angegriffen).

Die Zahnschmerzen scheinen dem Kranken rheumatischer Art zu sein, er hat auch Recht dieses zu glauben, denn erstens ist der Schmerz über die ganze Kinnlade verbreitet, welches mit gewöhnlichem Zahnschmerz nicht der Fall ist, da man im Gegentheil den Zahn bezeichnen kann, welcher schmerzt; ferner weil Ursachen zu Rheumatismus genug vorliegen: hohe Temperatur, welche bis zum heftigen Schweiß geht, Zugluft, häufiger Temperaturwechsel, also Erkältung 2c.

Die Zahnschmerzen werden sehr heftig, sie vergehen aber auch wieder gänzlich — nach einiger Zeit, nach Wochen, nach Monaten, erheben sich die Schmerzen wieder in einem andern Charakter, sie werden nagend, stechend, pochend, sie lassen bald nach, bald quälen sie die Patienten anhaltend bis zur Verzweiflung.

Im nächsten Stadium beginnen die Halsdrüsen und diejenigen, welche den Mund mit Speichel versorgen, zu schwellen, schmerzhaft zu werden, sich zu entzünden; das Zahnfleisch treibt auf, wird locker und bei dem geringsten Anlaß blutend, auch die Backen werden von Geschwulst ergriffen, wie bei heftigen Zahnschmerzen, welche mit einem Zahngeschwür endigen, die Zähne fangen nun an locker zu werden und fallen von selbst aus, oder der in ihnen wüthende Schmerz zwingt sie ausziehen zu lassen.

Nunmehr ist der Weg zum Angriff vollständig offen, die Lücken verwachsen nicht, sondern es bleiben eiternde Wunden, durch welche der Phosphordampf ungehindert zur ferneren Zerstörung des Knochens wirken kann, es schälen sich Stücke von demselben los, ihre Länge ist größer als die

vorhandene Wunde, diese wird also dadurch erweitert, endlich liegt der ganze eiternde Knochen völlig bloß, das Zahnfleisch ist von Fistelgängen durchbohrt, welche in allen Theilen Eiter absondern, der von dem abscheulichsten, fauligen Geruch ist. Der Eiter tritt wie aus einem Siebe hervor, zugleich stellt sich eine mächtige, alle Kräfte und Säfte dahinlockende Speichelabsonderung ein, die Schleimhaut der Backen wird angegriffen und zerstört, der Brand oder ähnliche rothe Auftreibungen treten ein, Schlingbeschwerden verhindern die Aufnahme selbst ganz flüssiger Nahrung — von anderer ist überhaupt schon lange keine Rede mehr — und endlich sterben die unglücklichen Geschöpfe unter unsäglichen Leiden, während sie selbst ein Gegenstand des Abscheus werden, indem der Geruch den sie verbreiten durchaus entsetzlich und pestilenzialisch ist.

Zur rechten Zeit, im Anfange der Leiden zurücktretend aus seiner Beschäftigung, hat der Patient Hoffnung ganz zu genesen, läßt er das Uebel so weit kommen, daß der Kinnladenknochen sich auslöst, so ist er schon ein elender Krüppel, der ein bejammernswerthes Leben unter den traurigsten Verhältnissen hinschleppt, wenn er jedoch, weil er arm ist und es ihm an anderen Beschäftigungen fehlt, seine Arbeit fortsetzt, so erschöpft die unversiegbare Eiterung seine Kräfte, welche die gestörte Verdauung wieder herzustellen außer Stande ist, vollständig, ein heftiges Zehrfieber reibt den Körper vollends auf und er unterliegt seinen Leiden.

Die Krankheit ist durchaus räthselhaft. Die Knochen bestehen zum größten Theile aus phosphorsaurem Kalk, wie kommt es, daß Phosphor gerade die Knochen zerstört? Noch andere Räthsel giebt uns die Krankheit auf — in Stuttgart zeigten sich die ersten Fälle dieser Art im Jahre 1834 nach zweijährigem Bestehen einer dortigen Fabrik, in Nürnberg zeigte sie sich, nachdem eine solche Fabrik acht Jahre bestanden hatte, und in zwei anderen Fabriken desselben Ortes kam sie gar nicht zum Vorschein. Ein Berliner Fabrikant, in dessen Arbeitslokal der Verf. keinen einzigen Arbeiter (oder eine Arbeiterin) sah, welche nur den Verdacht eines beginnenden Leidens der Art hätte aufkommen lassen, versicherte, wenn man mit Strenge darauf sehe, daß kein Arbeiter innerhalb der von Phosphordämpfen durchzogenen Fabrik etwas esse, so käme die Krankheit niemals zum Vorschein. Er seinerseits mache das Nichtessen in der Fabrik zur Bedingung und entferne aus derselben unnachsichtlich denjenigen, der dawider handle und so erhalte er sie frei von dieser Pest.

Ob dieses nun wahr sei, oder ob der Fabrikant nur diejenigen entlasse, bei denen sich das erste Symptom der Krankheit, der Zahnschmerz, zeige, will der Verf. ungesagt lassen, allein wäre auch dieses der Fall, so hätte doch der Mann den ganz richtigen Weg eingeschlagen, die Krankheit

nicht aufkommen zu lassen, wie ein kluger Feldherr schneidet er dem Feinde die Zufuhr ab und zwingt ihn sich zurückzuziehen. Wenn nun der Patient sich — statt ein anderes Gewerbe zu ergreifen — in dieselbe Gefahr begiebt, so hat er die Folgen sich selbst zuzuschreiben. Aber räthselhaft bleibt deswegen doch, warum der Phosphor eingeathmet nicht nachtheilig wirken sollte (der Fabrikant selbst ist immerfort in dieser ungesunden Atmosphäre) und nur als Antheil des verschlungenen Speichels die üble Wirkung hätte, da gerade dieses der Weg ist, auf welchem der Mensch den zu seiner Existenz nothwendigen Phosphor bezieht.

Das sicherste Mittel gegen jede Krankheit ist, sich den Einflüssen zu entziehen, welche diese Krankheit hervorgebracht haben — der unglückliche Aktenmensch, der in den Banden des Staatsdienstes sich zum Staatshämorrhoidarius emporgearbeitet hat, findet Erleichterung wenn er eine Badekur braucht, ganz gleich welche, wenn er nur in freier Luft lebt, sich bewegt, Gottes freier schöner Natur angehört; der Schuhmacher, der an den heftigsten Unterleibsbeschwerden leidet, der Weber, welcher demselben Uebel verfällt und deßhalb so sehr zum Philosophiren geneigt ist — er wird gesund, er wird ein vernünftiger Mensch, wenn er wohlhabend genug ist, um eine Reise zu machen, oder wenn er, nicht wohlhabend genug zum Nichtsthun, Tagelöhner wird, als Gehülfe des Maurers, als Holzhauer, als Straßenreiniger sein Brot verdient.

So sollte es wohl auch derjenige machen, der den schädlichen Einfluß der Phosphordämpfe an sich bemerkt, leider aber geschieht dieses von den thörichten Menschen nicht, da muß nun der Fabrikherr den Verstand für seine Untergebenen haben und zwar nicht sowohl sie aus seiner Fabrik entlassen (denn sie werden nur suchen in einer anderen ähnlichen Fabrik ein Unterkommen zu finden), als vielmehr die Ursache der Krankheit entfernen. Ist als diese der Phosphordampf erkannt, so gilt es diesen zu beseitigen durch unaufhörliches Lüften. Man hat in den östreichischen Fabriken zwei sehr zweckmäßige Luftzugswege eingeschlagen, man hat die Trockenstuben so eingerichtet, daß die Decke nicht flach, sondern in Gestalt von Pyramiden sich erhebt, und daß deren abgestumpfte Spitze in den Rauchfang übergeht, zugleich bringt man die Trockengestelle, auf denen die Schraubzwingen mit den Hölzchen stehen, nicht an den Seitenwänden, sondern oben an, wodurch bewerkstelligt wird, daß die Arbeiter unter den Hölzchen, also in einem ziemlich dampffreien Raum stehen; man hat ferner die Trockenräume noch anders gestaltet, man hat sie in die hohlen Wände der Fabrik verlegt. Wie man in vielen alten Häusern Wandschränke hat, so sind in diesen Fabriken die äußeren Mauern aus einer Reihe von unten bis oben zusammenhängender Wandschränke gebildet, die Mauern, auswendig

ganz eben, haben nach innen vorspringende Pfeiler von mehreren Fuß Tief diese bilden nun hohle Zwischenräume, welche vom Parterre bis zum Dach gehen. Im Innern sind diese Räume zwar nur durch Thüren verschlosse aber durch solche, die, bekleidet mit Korkscheiben oder mit Tuchstreife ziemlich luftdicht schließen und folglich den Dämpfen nicht den Zutritt i die Fabrikräume gewähren. Solche Luftkanäle sind es nun einzig un allein, welche die Hölzchen zum Trocknen aufnehmen und da sie hoch sin würde schon von selbst ein Luftwechsel stattfinden, wenn nun aber vollend unten immerwährend erwärmte Luft eintritt, so sucht diese, bei allen Hölzche vorbeistreichend, stets einen Ausweg nach oben, wodurch die Feuchtigke hinweggeführt wird, ohne daß der mitgehende Phosphor die Arbeiter beschwert

Wie sehr der Dampf der verarbeiteten Substanzen sich verbreite gewahrt man an der Belästigung durch den Geruch von Gerbereien, vo Cichorienfabriken, von Kaffeebrennereien, von Spiritusfabriken, von Bier brauereien — alle diese da entweichenden Stoffe sind nicht schädlich; abe der Phosphordampf verbreitet sich nicht weniger und ist schädlich. Wi nun erst für den Armen, der in dieser Atmosphäre mehr als die Hälft seiner Zeit zubringt!

Wie wenig schon genügt um gefährliche Zufälle zu veranlassen, erzählt uns ein Arzt Pluskal, aus dem böhmischen Städtchen Lomnicz (unfern Budweis) und nach ihm der ungenannte Verf. des trefflichen Artikels über den Phosphor in Abel's „aus der Natur“, dessen wir oben gedacht haben.

Ein Kind von sieben Jahren, von skrophulösem Habitus, eine fortwährend sitzende Lebensart führend, hatte ein besonderes Vergnügen an dem Entzünden der Streichhölzchen, besonders im Dunkeln, an dem leuchtenden Phosphordampf; man wehrte der gefährlichen Spielerei nicht, sondern ließ das Kind gewähren und sich täglich mit den Streichzündhölzchen unterhalten. Nach einiger Zeit bekam das Kind eine röthliche Geschwulst unter dem Kinn, welche sich bald höher hinauf zog und über das ganze Gesicht ausdehnte. Unter dem Kinn entstanden nun eine Menge Pusteln, welche sich von selbst öffneten und eine übelriechende Materie ausleerten; sie floß bald zu einem großen Geschwür zusammen, welches das ganze Unterkinn einnahm, die anliegenden Weichtheile zerstörte und alles in eine ekelhafte Jauche verwandelte, ebenso wurde das Zahnfleisch zerstört, die Zähne wurden locker und es lösten sich von dem Unterkiefer kleine Bläschen ab, welche die Dicke einer Karte hatten. Auf ärztlichen Rath wurde nun alles Erforderliche gethan und der Knochenfraß drang nicht weiter; das Kind wurde gerettet, aber es war entstellt für seine ganze Lebenszeit.

Man sieht hier im Widerspruch mit der Erfahrung des oben gedachten Fabrikanten unzweifelhaft die sehr nachtheilige Wirkung der Phosphor-

impfe vorliegen, und wenn der viele Phosphordampf sehr schädlich ist, so nn man von wenigem Phosphordampf nichts Besseres sagen, als er sei eniger schädlich; und es ist zweckmäßig die Vorräthe an Zündhölzchen, nze Schachteln voll mit 500 oder 1000 Stück, besonders wenn man ahrnimmt, daß sie beim Oeffnen der Schachtel im Dunkeln rauchen, leuchnde Dämpfe ausstoßen — aus dem Schlafzimmer jedenfalls, aber überaupt auch aus den bewohnten Räumen zu entfernen und in diesen nur enige (ein Dutzend etwa, was in gewöhnlichen Haushaltungen doch schon ir ein paar Tage genügend ist) zu halten, auch beim Entzünden der Hölzhen das Einathmen der Dämpfe zu vermeiden; in diesen Fällen wird man eine üblen Folgen wahrnehmen und wegen der *möglichen* Unglücksfälle raucht man dieselben nicht abzuschaffen, sonst müßte man auch die Messer, Degen, Packnadeln, Schießgewehre, das Glas, den Weingeist, das Feuer 2c. abschaffen, weil durch alle diese Dinge Unglück geschehen *kann*.

Noch in einer andern Richtung aber haben die Phosphorzündhölzchen ich gefährlich erwiesen. So nöthig der Phosphor dem thierischen Körper st und so genügend, ja sogar überflüssig*), er durch die Pflanzen dem thierischen Organismus zugeführt wird, so ist er doch, in Substanz genommen, ein absolut tödtliches Gift, viel gefährlicher als Arsenik, von welchem doch zehn Gran erforderlich sind, um unter allen Umständen den Tod herbei zu führen, indessen zwei Gran Phosphor einen Menschen schon rettungslos dem Grabe überliefern.

Durch den Phosphor wird im Magen und den Gedärmen eine heftige Entzündung hervorgebracht. Es ist ein Irrthum, zu glauben, er fange im Magen an zu brennen, er brennt nicht bei 100, bei 200 Grad, viel weniger bei 34 Grad, wenn er mit Wasser oder mit einem flüssigen Brei, mit Speichel, Magensaft 2c. bedeckt ist; allein so wenig wie Arsenik brennt und doch eine Entzündung hervorbringt, so wenig brennt Phosphor und bringt in seiner Verwandlung in ein Oxyd, oder als eine Säure, eine schmerzhafte Entzündung hervor. Es wird ein überaus heftiger Nervenreiz bewirkt, der den Körper auf eine furchtbare Weise zittern macht, Convulsionen, ein schnelles Sinken aller Kräfte und den Tod zur sichern Folge hat; am schnellsten, wenn der Phosphor in einer ätherischen Auflösung fein genug vertheilt ist, wo dann das Zerstören der Schleimhäute gar nicht in Rechnung kommt, sondern die vernichtende Ueberreizung der Nerven die alleinige Ursache des Todes ist.

Unvorsichtigkeit und die Neigung der Kinder, mit allem Möglichen zu

*) Das Zuviel geht im Harne ungenutzt wieder fort, dieses ungenutzt Ausgestoßene war dasjenige, was zuerst entdeckt, aufgefunden wurde — Harnphosphor.

spielen, haben auch die Phosphorhölzchen in der eben gedachten Hinsicht zu höchst gefährlichen Gegenständen gemacht. Kinder sind zu diesen Feuerzeugen gelangt, haben die Spitzen davon abgebissen und hinunter geschluckt und sind Opfer dieser Neigung, Alles „die Maulprobe" bestehen zu lassen geworden. Je kleiner die Kinder sind, desto sicherer kann man sein, daß sie mit Allem, was man ihren Händen anvertraut, in den Mund fahren; je kleiner sie sind, desto aufmerksamer muß man in dieser Hinsicht auf sie sein und wo dieses nicht geschieht, bei Arbeitsleuten beinahe gar nicht geschehen kann, ist schreckliches Unheil leider sehr oft eingetreten.

In Frankreich ist das verderbte Volk auf diese Wirkung der Zündhölzchen aufmerksam geworden und die Unmöglichkeit, nach einer kirchlich eingegangenen Ehe geschieden zu werden, hat in unzähligen Fällen dahin geführt, die Scheidung auf chemischem Wege vorzunehmen. Auch der Erbe, dem der Erblasser zu lange lebt, hat von diesem Zersetzungsprozesse oft Gebrauch gemacht. In dem so überaus frommen England, in welchem eine am Sonntag abgehaltene Berathung dreier Minister durch die im Parlament sitzenden Prälaten nicht nur, sondern durch alle Zeitungen eine „sabbathschänderische Conferenz" genannt wird — in dem frommen England ist die Vergiftung durch Phosphor, weil sie schwer oder gar nicht zu entdecken war (jetzt ist man wenigstens auf dem Continent in der Chemie schon mehr vorgeschritten) zu einer Sache der Speculation geworden; man versichert das Leben irgend Jemandes in ein Paar Versicherungsanstalten mit bedeutenden Summen, man läßt den Versicherten für diese Gefälligkeit sehr gut und angenehm leben und vergiftet ihn nach dreiviertel Jahr oder allenfalls schon nach einem halben Jahre durch in Aether aufgelösten Phosphor, der in heißem Grog gegeben wird (aber nicht am Sonntag — jede Arbeit am Sonntag, also auch das Vergiften, wäre Sünde). Der Aethergeruch verfliegt durch die Hitze, der Phosphor, wenn er sich niederschlagen sollte, wird immer wieder aufgerührt mit dem Zucker, falls er zu der Mischung gehört; im Punsch ist dies jedenfalls noch leichter, und der Versicherer bekommt für 100 oder 200 Pfund seine 2000 oder 4000 Pfund Sterl. — wie kann man ein besseres Geschäft machen?

In Deutschland ist man mit der Cultur noch nicht so weit vorgeschritten als in England, dem vielfältig gepriesenen. Dem Verfasser, welcher seit zehn Jahren in Berlin lebt, ist nur *ein einziger Vergiftungsfall* bekannt geworden und dieses war ein *Versuch* und die Geschwornen waren nicht von der Schuld des Angeklagten überzeugt und sprachen denselben frei. Es war in Berlin, welches eine halbe Million Einwohner und unter diesen viel *fremdes* Gesindel zählt.

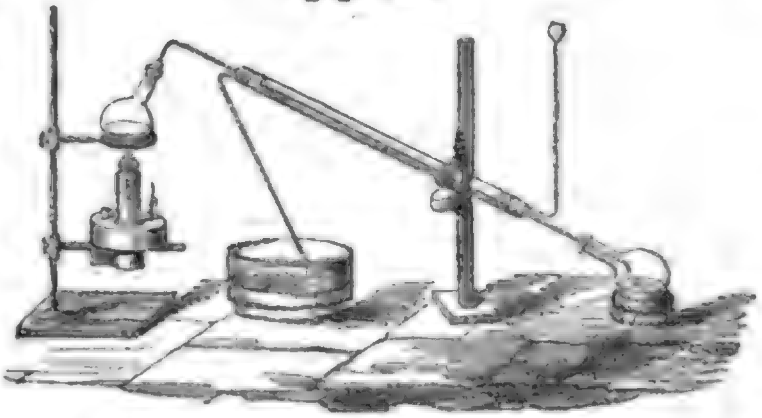
Wenn die Deutschen nur Neigung hätten, sich selbst zu achten, sie

hätten Grund genug dazu! Dieses ist jedoch durchaus nicht ihre Richtung; der Franzose, der Engländer, der Russe ist stolz darauf, ein Franzose, ein Engländer, ein Russe zu sein — der Deutsche verläugnet überall sein Vaterland und wird in Frankreich zur Karrikatur des Franzosen, in Amerika zur Karrikatur des Republikaners und erndtet deswegen überall Hohn und Spott, statt daß er sich Hochachtung erzwingen könnte.

Weil bei uns so selten Phosphorvergiftungen vorkommen, so hat die Wissenschaft noch nicht nöthig gehabt, sich mit der Auffindung kleinster Mengen desselben so angelegentlich zu beschäftigen, wie dies in Frankreich durch Orfila geschehen ist; allein in neuester Zeit hat der berühmte Mitscherlich auch hierin, wie schon in so vielen andern Zweigen dieser herrlichen, in das Leben nach allen Richtungen hin eingreifenden, Wissenschaft, das seinige in der ihm eigenen einfachen und genialen Art gethan.

Die Entdeckung einer bewirkten Vergiftung kann, wie begreiflich, nur in dem Leichnam gemacht werden, die Symptome der eintretenden Vergiftung durch Phosphor sind, dem Himmel sei Dank, noch so wenig bekannt (wegen der Seltenheit des Vorkommens), daß sich darüber nur Vermuthungen aussprechen lassen. Ist jedoch ein Mensch an Vergiftung gestorben und will man den Inhalt seines Magens auf Phosphor prüfen, so geschieht es in folgender Art.

Fig. 342.



Der Magen- und Darminhalt wird mit Wasser und etwas Schwefelsäure versetzt und das Gemenge in einen kleinen Kolben Fig. 342, gefüllt, den man durch eine Lampe in's Kochen bringt. Das Glasrohr, durch welches das Destillat in ein untergesetztes Gefäß gehen soll, läuft innerhalb einer stärkeren Glasröhre, die oben und unten durch einen Kork genau verschlossen ist und gestattet, daß sowohl kaltes Wasser unten eingeführt werde, wie es die Figur deutlich zeigt, als auch daß oben das erwärmte Wasser ausfließe.

War in der zu untersuchenden Substanz nur der tausendste Theil eines Procents Phosphor enthalten (d. h. war ein Hunderttausendstel der ganzen Masse darin), so wird nachdem das Kochen der im Kolben enthaltenen Substanz begonnen hat, die Gegend des Glasrohres, welches in das gläserne Kühlrohr tritt, leuchtend und zwar nicht vorübergehend, sondern stundenlang anhaltend.

In dem kleinen vorgelegten Glase findet man (falls Phosphor vorhanden ist) ganz kleine Kügelchen desselben, die jedoch so deutlich ihren

Charakter zeigen, daß derselbe zu erkennen ist, wenn die ganze Masse de absichtlich zugesetzten Phosphors nur ein Drittel Gran betragen hat.

Mitscherlich hat zugleich gezeigt, daß die Zeit auf das Experimen wenig Einfluß hat, und daß z. B. eine solche Mengung, der man eine Spu von Phosphor beigegeben und die man stundenlang gekocht, dann aber i einem offenen Gefäße (Phosphor verflüchtigt sich sehr leicht) 14 Tag stehen gelassen, bei Erneuerung des Experiments wieder leuchtende Dämpf absondert und wieder Phosphorkügelchen als Destillat zeigte.

Ist die bei der Vergiftung angewendete Masse groß, wie in Englan und Frankreich dieses häufig bis zum Erschrecken über die gräuliche Demo ralisation des Volkes vorkommt, so ist die Entdeckung nur für engländisch Chemiker schwer, im Uebrigen sehr leicht. Das sehr moralische Volk de Engländer entsetzt sich über eine so abscheuliche Erfindung, wie die preu ßische Säure (Blausäure, in Berlin entdeckt mit dem Berliner Blau, welche Eisen ist, durch die Säure mit blauer Farbe niedergeschlagen, dahe wir diese Blausäure nennen, indeß die Engländer und die Franzosen si nach dem Lande der Erfindung, Acide prussienne, benennen) und dank Gott, daß diese Abscheulichkeit nicht in England erfunden ist; aber mi Strychnin, Solanin, Nicotin, mit Phosphor und Arsenik vergiften sie der ohne Gewissensbisse munter drauf los. Aber der engländische Gelehrte weiß noch kaum, daß bei der Phosphorvergiftung, wenn sie, wie gewöhnlic mit Quantitäten, die zwei Gran übersteigen, gemacht wird, sowohl das Ausgebrochene als nach erfolgtem Tode der Mageninhalt sich ganz leich kenntlich macht durch seinen so widerlichen als durchaus specifischen und unverkennbaren Geruch. Ja bei Eröffnung der Bauchhöhle sieht man sogar die weißen charakteristischen Dämpfe aufsteigen und bei Erwärmung des Mageninhalts (Contenta ist der gerichtlich medicinische Ausdruck) ent zünden sich sogar die Phosphordämpfe.

Die bei uns gemachten Versuche sind an Thieren, namentlich an Hunden (den armen Geschöpfen, welche sich zu dergleichen Versuchen ge wöhnlich hergeben müssen) gemacht worden. Was die Wirkung des Phos phors auf sie betrifft, so weiß man also nur etwas ganz Specielles, etwas die Hunde Angehendes und einem Jeden, der die Krankheitserscheinun gen in Verbindung mit der Toxikologie, mit der Giftlehre (für den Gerichts arzt von der größten Wichtigkeit) studirt, erfährt nur Etwas, ein einziges Genus von Thieren Treffendes; von der Wirkung, die der für Fliegen tödtliche Pfeffer hat, kann man nicht auf die Wirkung schließen, den der Pfeffer auf den Menschen haben wird, so wenig, wie man sagen kann: da die Wolfsmilchraupe nur von Wolfsmilch lebt, dabei gedeiht, dick und fett wird, sich entwickelt, verpuppt und einen großen schönen Schmetterling

hervorbringt — so muß der Mensch auch davon leben können, gedeihen und wenn er sich auch nicht verpuppt und später einen Schmetterling liefert, so wird er doch sicherlich keinen Schaden davon haben.

Allein wenn ein Hund an einer Arsenik- oder an einer Aconit- oder an einer Phosphorvergiftung gestorben ist und die Chemie nunmehr nicht ferner mit einem thätigen, besonders begabten Organismus, sondern nur noch mit etwas anorganischem, d. h. mit etwas nicht mehr gegliedertem, sondern mit einer formlosen Masse zu thun hat, so wird dasjenige, was auf die Contenta des Hundes paßt, auch auf die Contenta eines unter gleichen Umständen gestorbenen Menschen passen und darum sind die Ermittelungen, welche man über die Erscheinungen der Phosphorvergiftung nach dem Tode der Thiere angestellt hat, eben so gültig, als wenn sie — wofür uns Gott behüten wolle — an vergifteten Menschen gemacht worden.

Die Entdeckung des Phosphorgiftes wäre nach dem Gesagten nicht mit Schwierigkeiten verbunden; schlimmer steht es um die Mittel, eine vorhandene Phosphorvergiftung unwirksam zu machen. Die Theorie hat die nöthigen Hülfsmittel ganz nahe bei der Hand; es ist ja nichts weiter nöthig, erforderlich, als die entstandenen Phosphoroxyde zu sättigen; gebrannte Magnesia mit Wasser wird das Verlangte leisten, nachdem, wie begreiflich, zuvörderst der Magen durch Brechmittel ausgeleert ist.

Das klingt ganz gut; allein die Praxis sagt: die Wirkungen des Phosphors, von dem Augenblick, wo man die Vergiftung durch das Uebelbefinden bemerkt, greifen weit rascher um sich als die viel zu spät kommenden Mittel, welche ihr entgegen wirken sollen. So ist es mit all den Giften, welche beträchtliche Zeit im Körper verweilen, sie stellen ihre Zerstörungen ganz im Stillen an, und wenn der Leidende hinter die Erfolge dieser Heimlichkeiten kommt, so ist es zu spät ihnen vorzubauen und das Nachbauen hat keinen Erfolg.

Demnächst ist die theoretisch aufgestellte Wirksamkeit des angegebenen Mittels auch noch sehr problematisch; das von deutschen und französischen Gelehrten angegebene Mittel, ein Theil gebrannte Magnesia mit acht Theilen Chlorwasser zusammengerührt, hat nach directen Versuchen an vergifteten Hunden nicht ein einziges Thier gerettet, obwohl man nicht gewartet hat bis sich die Vergiftungssymptome zeigten.

Ist nun der Phosphor in seinen giftigen Eigenschaften höchst gefährlich, so ist er doch eben dieser wegen wieder sehr geschätzt, denn er ist das einzige sichere Mittel zur Vertilgung der Ratten und Mäuse. Man verfertigt aus einem Theile Phosphor und 60 Theilen heißen Wassers eine Art Emulsion, man vertheilt den Phosphor in dem Wasser durch sorgfältige Verreibung. Nachdem dieses geschehen, setzt man eben so viel, d. h. 60 Theile

Mehl zu; es ist gut wenn dieses geröstet ist, dann lockt es das vierfüßig Ungeziefer noch mehr an.

Mit dieser Salbe bestreicht man Brodschnitte und legt Bröckel davon an die Orte, welche von den Ratten am häufigsten besucht werden, oder man verwendet noch mehr Mehl zu derselben Dosis Phosphor, so daß sich eine knetbare Paste daraus bildet und hiervon macht man kleine Pillen welche man in die Mäuselöcher rollen läßt. Die Thiere fressen diese Pillen mit einer unglaublichen Begier und sie sterben in kurzer Zeit. Man hat dies Mittel sogar gegen überhandnehmende Feldmäuse mit bestem Erfolg angewendet.

Die giftige Wirkung des Phosphors, die sich beim Genusse desselben offenbart, so wie diejenige, welche der Aufenthalt in einer Atmosphäre mit seinen Dämpfen geschwängert, mit sich bringt, hat die Chemiker bewogen entweder nach einem Schutzmittel gegen diese Wirkungen oder nach einem Stellvertreter des Phosphors zu sehen und dieser ist in dem amorphen Phosphor, dessen auf S. 164 gedacht ist, gefunden worden.

Es giebt mehrere Körper, welche eine Vielgestaltung annehmen, die den Chemiker in Staunen setzt. Dieselbe Substanz ohne alle nachweisbare Veränderung erscheint einmal auflöslich, ein andermal unauflöslich, erscheint einmal so, ein andermal anders gefärbt, erscheint einmal als zusammenhängende feste Substanz, ein andermal als Pulver u. s. w.

Man weiß die Körper in dieser verschiedenen Gestalt darzustellen, nun frägt sich nur, wie kommt es, daß sie diese verschiedenen Gestalten haben? Es ist nicht wie beim Wasser, welches auch einmal fest, ein andermal flüssig ist, denn dieses findet auch beim Blei, beim Wachs, beim Eisen, beim Schwefel, beim Gold und beim Platin statt — es ist die Wärmezuführung, welche das Verfließen, es ist die Wärmeentziehung, welche das Erstarren verursacht. Der Polymorphismus ist etwas durchaus anderes und er ist zugleich durchaus räthselhaft, nicht erklärlich, kein Chemiker kann z. B. angeben, weshalb ein Chromoxyd löslich und warum dasselbe Chromoxyd in einem anderen Falle unlöslich ist (nicht etwa Oxyd und Oxydul — dies sind zwei ganz verschiedene Körper, die also auch verschiedene Eigenschaften haben können, sondern stets dasselbe Oxyd), niemand weiß warum es eine lösliche und eine unlösliche Kieselsäure giebt, niemand weiß woher es kommt, daß Kohle in einem Falle ein schwarzer, lockerer, höchst poröser Körper, im anderen Falle ein Edelstein von äußerster Härte und höchstem Werthe ist — der Diamant — und doch ist es so, Kohle und Diamant sind einfache Körper, Elemente, geben im Sauerstoff verbrannt, Kohlensäure und nichts anderes und doch wie himmelweit sind von einander verschieden die Kohle, mit welcher der Klempner seinen Ofen heizt,

und die Kohle, welche an dem Ringe oder in dem Collier der Prinzessin die prachtvollsten Farben spielt. Wir haben von dem Schwefel und der Eigenthümlichkeit desselben, nach einem gewissen Grade der Erhitzung teigig zu werden, eine andere Farbe, eine andere Beschaffenheit anzunehmen und auch nach der Erkältung teigartig zu bleiben, gesprochen — dies ist eben so eine Vielgestaltung, wie bei der Kohle, und so, um darauf zu kommen, wozu dieses als Einleitung diente, ist es auch mit dem Phosphor. Derselbe hat zwei auffallend verschiedene Formen, er ist wachsgelb und von der Festigkeit des Wachses (verschieden je nach der Temperatur) oder er ist roth von Farbe und pulverförmig — das ist der amorphe Phosphor, von welchem wir bereits S. 164 gesprochen haben.

Wenn wir sagten, daß Diamant und Kohle, beide verbrennend, denselben Körper, nämlich Kohlensäure liefern, so können wir beim Phosphor viel weiter gehn. Es ist wohl möglich die Diamantkohle in Kohlensäure zu verwandeln, aber nicht die Kohlensäure auf den Diamant zurückzuführen — thut man zur Kohlensäure etwas hinzu, was sich mit dem Sauerstoff lebhafter, energischer verbindet als die Kohle, so wird allerdings die Kohle frei, aber nicht als Diamant, sondern als schwarzes Pulver, welches so fein zertheilt ist, wie die Kohle im Rauch erscheint, also in der Luft schweben bleibt. Wäre dies nicht der Fall, könnte man Kohlensäure zurückführen auf krystallisirten Kohlenstoff, d. h. auf den Diamant, so dürfte man ja nur Kohlensäure auf eine andere Weise, z. B. aus Marmor, darstellen und dann diese zurückführen auf den Diamant, allein dies ist nicht möglich, man vermag durchaus nicht beliebig die eine oder die andere Substanz zu erzeugen, indessen doch beide vollkommen gleich sind bis auf die äußere Form.

Anders ist es mit dem Phosphor, wo der gewöhnliche und der amorphe zwar auch gleich sind bis auf die Form, wo sich aber die Identität der beiden Körper noch viel entschiedener dadurch zeigt, daß man den einen beliebig in den andern verwandeln kann. Der amorphe Phosphor wird durch Destillation zum gewöhnlichen und der gewöhnliche auf die oben angeführte Art zum amorphen und zwar ohne irgend welchen Verlust, so daß ein Pfund gewöhnlichen Phosphors ein Pfund amorphen Phosphors giebt und dieses Pfund wieder auf ein Pfund gewöhnlichen Phosphors zurückgeführt werden kann, woraus grade ganz besonders sicher hervorgeht, daß beide Körper ganz identisch und nur in der Form verschieden sind, denn falls bei der Umwandlung aus einer Form in die andere etwas hinzu oder hinweg käme, so müßte eine Gewichtsverminderung oder Vermehrung eintreten, welches gerade nicht der Fall ist.

Dieser amorphe Phosphor scheint bestimmt in der Technik eine sehr bedeutende Rolle zu spielen. Seine Entstehung durch den Einfluß des Lichts

oder der Wärme haben wir bereits betrachtet, interessant ist es aber auch seine übrigen Eigenschaften zu studiren, welche ihn für eine ganze Reihe von technischen Verwendungen höchst wichtig machen. Den Phosphor zu versenden ist immer mit Schwierigkeiten, ja mit Gefahren verbunden — den amorphen Phosphor kann man in beliebigen Mengen, in Fässern, in Kisten verpackt, versenden, ohne daß etwas dabei zu wagen wäre.

Der gewöhnliche Phosphor ist höchst giftig, der amorphe gar nicht. Die Kinder, welche mit Reibzündern spielen, an denen Phosphor in gewöhnlicher Form haftet, sind durch die Dämpfe oder durch die Substanz selbst, stets am Leben gefährdet, werden diese Zündhölzchen mit amorphem Phosphor bereitet, so ist keine Gefahr vorhanden, und zwar findet dieses in einem so hohen Grade statt, daß es wirklich an das Wunderbare grenzt. Orfila, ein bekannter französischer Arzt, der sich um die Lehre von den Vergiftungen ganz besonders verdient gemacht hat, wiewohl er von dem Grade der Charlatanerie, welche allen französischen Gelehrten anhängt, auch keineswegs frei ist,*) gab gesunden, kräftigen Hunden amorphen Phosphor als Gewürz zu ihrem Futter und zwar in bedeutenden Dosen, zuerst drei Tage hinter einander jedesmal ein halbes Quentchen, am vierten Tage gab man einem solchen anderthalb Quentchen, er zeigte nicht die geringste Spur von Erkrankung.

Man fuhr nun mit Gaben von einem halben Quentchen so lange fort, bis er 2½ Loth zu sich genommen hatte; nach achtzehn Tagen war keine Spur eines Uebelbefindens an ihm wahrnehmbar, da tödtete man ihn durch eine Gabe von 1 Decigramme (noch nicht 2 Gran) gewöhnlichen Phosphors.

---

*) Ein wunderbares Beispiel giebt der Prozeß Lafarge, in welchem die Thatsache der Arsenikvergiftung behauptet, widerlegt, nach ärztlicher Untersuchung wieder als vorhanden aufgestellt, nach Untersuchung eines Collegiums von Aerzten, Apothekern und Chemikern abermals widerlegt worden war — worauf der Gerichtshof nichts anderes thun zu können glaubte, als den berühmten Toxicologen Orfila zu citiren.

Der große Mann kam und legte den Eid ab, schritt in seiner schwarzen Robe gravitätisch zum Gerichtssaale hinaus um die Untersuchung zu machen, kam nach einer spannungsreichen halben Stunde mit niedergeschlagenen Blicken und tief betrübter Miene zurück und sprach das Todesurtheil einer jungen, schönen Frau, der nichts bewiesen worden war, als daß sie unglücklich verheirathet war, aus, indem er sagte — trotz der Untersuchungen des ganzen Collegiums von Apothekern und Chemikern, die keinen Arsenik gefunden, müsse er sagen, daß er allerdings Spuren desselben entdeckt, welche größere Mengen Arsenik andeuteten als in dem menschlichen Körper als ein Theil seiner selbst zu sein pflege — es betrage die entdeckte Quantität ein 500stel Gramme! d. h. der 500ste Theil von 17 Gran Apothekergewicht! wenn das nicht Charlatanerie ist, welche eine junge, schöne unschuldige Frau opfert um zu beweisen, daß Niemand etwas von der Toxicologie verstehe, als Herr Orfila, so weiß der Verf. überhaupt nicht was Charlatanerie ist.

Mit einer gesunden Hündin wurden andere Versuche gemacht. Man gab ihr zuerst 1½ Loth rothen Phosphor — sie fraß einen Tag lang nichts, war aber am andern Tage vollkommen gesund. Man gab ihr nun 3½ Loth, das Thier brach sich, war aber nachher ganz gesund, man verringerte nun die Dosen, so daß sie nicht wieder ausgebrochen wurden, und so fraß das Thier binnen 12 Tagen mehr als 13½ Loth amorphen Phosphor und blieb ganz gesund. Man vergiftete dasselbe nun nicht, allein man schlachtete es, um die Eingeweide zu untersuchen und siehe, dieselben waren vollkommen gesund, zeigten nicht die geringste Entzündung.

Es ist begreiflich, daß diese Thatsachen die größte Aufmerksamkeit erregten, der Phosphor hatte aufgehört ein furchtbares Gift, er hatte aufgehört ein lautloses Feuerzeug in der Hand des Verbrechers zu sein, der amorphe Phosphor kam von England aus in den Handel in Form eines prächtigen, zinnoberrothen Pulvers oder einer festen, braunrothen Masse und wurde nun namentlich in Oestreich zu Feuerzeugen verarbeitet, denen nur der hohe Preis im Wege steht, um sie allgemein eingeführt zu sehen. Sie entzünden sich nicht durch Reibung auf jeder beliebigen rauhen Substanz, sondern nur auf einem eigens präparirten, mit amorphem Phosphor versehenen Brettchen, welches gewöhnlich die eine Seite der Schachtel bildet, worin die Hölzchen verkauft werden.

Um den amorphen Phosphor beinahe so billig zu machen wie den andern bedarf es nur eines geeigneten Trennungsmittels der beiden Substanzen, des amorphen und des gewöhnlichen. Eine Preiserhöhung ist begreiflich, denn sobald der gewöhnliche Phosphor fertig ist, muß er in amorphen verwandelt werden, und dieses fordert Zeit und eine chemische Operation — beides muß sich der Fabrikant bezahlen lassen. Allein dies würde den Preis nicht so sehr erhöhen, als die außerordentliche Schwierigkeit, den verwandelten Phosphor von dem nicht verwandelten zu trennen. Viele Mittel sind vorgeschlagen worden, keins ist vollständig practisch; endlich kam der Chemiker Schrötter auf ein höchst einfaches Auskunftmittel, welches, wie das Ei des Columbus, nur darum nicht von dem ersten besten, bei der ersten Frage darnach gefunden worden ist, weil es so außerordentlich nahe liegt, daß man immer darüber hinweg sieht.

Dieses Mittel ist, Benutzung des Unterschiedes in der specifischen Schwere der beiden Körper. Gewöhnlicher Phosphor ist 1,70 schwer (wiegt nur sieben Zehntel mehr als ein gleiches Quantum Wasser), der amorphe Phosphor aber ist viel schwerer, er wiegt 2,1. Die beiden Körper verhalten sich also wie 17 zu 21, es handelt sich nur um eine Flüssigkeit, schwer genug um den Phosphor darin schwimmen zu lassen, während der amorphe Phosphor in derselben Flüssigkeit zu Boden sinkt. Wollte man Weizen,

der durch Unvorsichtigkeit mit Hirse gemengt wäre, von der letzteren sondern, so dürfte man beides nur in Wasser schütten. Die Hirse schwimmt oben, der Weizen sinkt unter. Ein sofortiges Abschöpfen des erstern und Abgießen des Wassers von dem letztern würde die Trennung vollenden, worauf beides schnell getrocknet werden müßte. Es ist dieses ein Beispiel um verständlich zu machen, was der Erfinder dieser Methode meint.

Die beiden Phosphorarten durch Wasser zu trennen auf die gedachte Art, ist freilich nicht möglich, denn der eine wie der andere ist schwerer als Wasser, es sinken beide darin unter, allein es giebt ja andere Flüssigkeiten die schwerer sind. So hat concentrirte Schwefelsäure (Nordhäuser) z. B. 1,85 specifisches Gewicht, darin würde der gewöhnliche Phosphor schwimmen und der amorphe zu Boden sinken. Es ist begreiflich, daß man auch concentrirte Schwefelsäure nicht anwenden wird, allein es giebt indifferente Körper, welche wohl dazu dienen können, dahin gehört ein Salz, welches bei der Phosphorbereitung in ungeheuren Massen abfällt, Chlorcalcium nämlich. Dieses in Wasser sehr leicht lösliche Salz giebt eine so schwere Lauge, daß der gewöhnliche Phosphor darauf schwimmt, indeß der amorphe darin zu Boden sinkt, die Scheidung wird in wenig Minuten vollbracht, um sie jedoch vollkommen zu machen, nimmt man den gewöhnlichen Phosphor ab und schüttelt den Bodensatz mit der Flüssigkeit, worauf sich noch etwas weiteres, bei einer dritten Wiederholung der Operation aber selbst das letzte Spürchen gewöhnlichen Phosphors abscheidet und nun nur ganz reiner amorpher Phosphor am Boden liegen bleibt, welcher dann mit Wasser ausgewaschen und getrocknet wird. Die ganze Arbeit mit dreimaliger Wiederholung ist in einer halben Stunde und zwar ganz gefahrlos beendet.

In dem gewöhnlichen Leben hat der Phosphor nur eine äußerst geringe Anwendung, er wird allerdings in der Medicin gebraucht, allein nur in so geringen Gaben und in so seltenen Fällen, daß durch die Summe dieses Verbrauchs der Phosphor nicht vertheuert wird. Man löst ihn in Aether oder in fetten Oelen auf, selten aber giebt man mehr als ⅛ Gran während eines ganzen Tages und dieses nur bei sehr gesunkenen Kräften, allein thatsächlich ist der Phosphor in solchen Auflösungen und mit Vorsicht gebraucht, ein mächtiges Reiz- und Belebungsmittel, welches namentlich bei fettleibigen Personen manchmal Wunder bewirkt, demnächst hat er eine specifische stimulirende Wirkung, und Personen bei denen die Fettabsonderung so groß ist, daß sie die Absonderung anderer, für den thierischen Organismus wichtiger Flüssigkeiten, wie Sperma und andere, überbietet und also unterdrückt, werden, denselben in höchst geringen Gaben und nicht öfter als wöchentlich einmal genießend, alle Functionen neu erwacht fühlen.

Französische Aerzte haben hierüber in Lazarethen mit der ihnen eigenen Kühnheit (d. h. Nichtachtung des Lebens und der Gesundheit Anderer, mittelst welcher sie auch berühmt geworden sind durch ihre großartigen chirurgischen Operationen, wie die Lösung des Armes aus dem Schultergelenk, wenn auch zwanzig Personen dabei sterben, wenn es nur endlich mit glücklichem Erfolge gelingt) Versuche angestellt, und es hat sich ergeben, daß Phosphor in acht verschiedenen Gaben bis zur Gesammtsumme von einem vollen Gran innerhalb des Laufes eines Tages, meistentheils eine an's Wunderbare grenzende Erhöhung der Kräfte, ein äußerstes Wohlbehagen im ganzen Körper und eine ganz besondere Reizbarkeit mancher Theile bewirkte, ohne schädlich zu werden, indessen allerdings in einigen anderen Fällen eben dieselbe Gabe schon Entzündungen des Magens und der Eingeweide und schleunigen Tod unter gräßlichen Schmerzen herbeiführte. Dieses macht die Anwendung desselben als Heilmittel sehr problematisch. Man hat allerdings bei Sterbenden die verglimmende Lebensflamme dadurch noch einmal anzufachen vermocht, allein nicht in solcher Weise und nicht für so lange Zeit, daß eine Wiederherstellung möglich gewesen wäre.

Als Spielerei hat der Phosphor vielfältige Anwendung gefunden, wie wir bereits bemerkt haben, allein einige unterhaltende Experimente, welche damit leicht anzustellen sind, lassen sich, unbeschadet der Würde eines Lehrbuches, wohl anführen.

Wir wissen bereits, daß die Auflösung des Phosphors in fetten Oelen die Eigenschaft hat, den über ihr befindlichen Luftraum leuchtend zu machen. Eine Eigenthümlichkeit verschiedener ätherischer Oele ist, dieses Leuchten vollständig zu unterdrücken. Terpentinöl, Bergamottöl, Citronenöl und viele andere, auch in ganz geringem Grade dem fetten Oele, worin der Phosphor aufgelöst ist, zugesetzt, tilgen sofort jede Spur des Leuchtens aus.

Die Auflösung des Phosphors in Alkohol leuchtet gleichfalls im Dunkeln. Gießt man von solcher geistigen Phosphorlösung einige Tropfen in eine große weiße Glasflasche, in welcher etwas Wasser befindlich, so entbindet sich ein lebhaftes Licht, welches sich im Zickzack und in Schlangenlinien auf der Wasserfläche hin und her bewegt, und beinahe blitzähnliche Figuren mannigfaltig wechselnd beschreibt. Wenn man nun mehr das Wasser und die hinzugethane Lösung schüttelt, so wird der ganze leere Raum der Flasche lebhaft leuchtend.

Wenn man in einer Flasche etwas Phosphoralkohol stehen hat, man taucht eine neugeschnittene spitze Schreibfeder in Wasser und berührt mit dieser Spitze die Weingeistfläche, so beginnt die Fläche im Innern der Flasche zu leuchten und zu blitzen, so daß man es selbst am Tage wahrnehmen

kann, bei Nacht aber sieht es aus als ob die Flammen aus der Flasche herausschössen.

Höchst auffallend ist folgendes Experiment. Man füllt eine kleine Flasche zur Hälfte mit Phosphoralkohol und setzt sie in eine Tasse mit heißem Wasser, dessen Temperatur nahe an 80° C. steht. Sobald der Weingeist warm wird und lange bevor er zum Sieden kommt, bemerkt man an der offnen Mündung eine Flamme, welche sich nach und nach bis auf eine Viertelelle erhebt und in der etwas bewegten Luft geradezu schlängelnd wie jede andere Flamme aufsteigt. Die Flamme ist kalt, nicht nur fehlt ihr die Kraft andere Körper anzuzünden, selbst die direkt hineingehaltene Hand fühlt nichts davon, und wir sehen in diesem Experiment sicherlich eins von denjenigen, womit in früheren Zeiten vielfältig Betrügereien gemacht worden sind und noch heutigen Tages werden hunderte und tausende von Menschen in jeder Stadt wohnen, welche eine solche Erscheinung wie ein Wunder betrachten.

Einige Besonderheiten hat der Phosphor noch, welche sich in wenig Worten geben lassen.

Man kann den Phosphor sehr lange (mehrere Wochen lang) flüssig erhalten, wenn man Kali in Alkohol auflöst, Phosphor in die Lösung bringt und sie bis zum Schmelzen des Phosphors erwärmt; der letztere entfärbt sich hier in wenig Minuten, wird ganz klar und bleibt auch nach dem Erkalten lange Zeit flüssig, wie ein schweres Oel, das sich unter Wasser befindet, aussehend.

Aendert man das Experiment dahin ab, daß die Lauge behutsam von dem Phosphor abgegossen und dann plötzlich möglichst kaltes Wasser darauf gegossen wird, so erstarrt nicht nur derselbe eben so plötzlich, sondern er wird auch schneeweiß und ganz spröde und dieses um so mehr, je kälter das Wasser ist.

Wenn man dagegen den Phosphor unter Wasser auf die gewöhnliche Weise schmilzt, und denselben dann plötzlich — nicht mit kaltem Wasser begießt, sondern ihn umgekehrt in kaltes Wasser fallen läßt, so wird derselbe geradezu schwarz; allein es scheint wie beim rothen amorphen Phosphor keine weitere Veränderung mit ihm vorzugehen, denn gerade wie den rothen, so kann man auch den schwarzen auf das Aussehen des gewöhnlichen zurückführen, wenn man ihn von neuem schmilzt.

Der Phosphor kann auch als schneeweißes Pulver dargestellt werden. Zu diesem Behufe bringt man den oben erwähnten weißen Phosphor in Urin. Das Glas muß einen weiten Hals haben und mit einem Spund von Kork versehen sein, dieser Spund hat in der Mitte eine Oeffnung, um den Stiel eines Quirls durchzulassen, der in die Flasche gebracht werden muß.

Man erwärmt das Glas mit dem vom Urin bedeckten Phosphor, bis der letztere schmilzt, dann rührt man mit dem Quirl langsam die beiden Flüssigkeiten zusammen, welche sich gegenseitig ergreifen, allmählig rührt man schneller, nach Verlauf von einer Minute etwa quirlt man recht tüchtig und nach eben so viel verflossener Zeit füllt man unter beständigem Quirlen die Flasche ganz mit Wasser von möglichst niedriger Temperatur, worauf die Flüssigkeit milchig wird, nunmehr in Ruhe gelassen, den Phosphor in so feiner Zertheilung zu Boden sinken läßt, daß man glauben sollte, es wäre präcipitirter Schwefel.

Nach dem Absetzen wird die Flüssigkeit abgegossen, der Bodensatz wird mit reinem Wasser verschiedene Male ausgewaschen und endlich unter Wasser und im Dunkeln aufbewahrt. Diese Vertheilung des Phosphors hat ihre Wichtigkeit, durch eine solche Pulverform wird die Auflöslichkeit des Phosphors in dem Aether und in verschiedenen Oelen sehr befördert.

Verbindungen des Phosphors.

Es findet sich der Phosphor in der Natur sehr häufig und mannigfaltig mit Stoffen verunreinigt, wo er den Menschen sehr unbequem ist, die Natur fragt nicht nach der Bequemlichkeit der Leute, welche gewohnt sind sich für die Herren der Erde zu halten. Da aber diese wirklich Grund haben sich darum zu bekümmern, so scheint es nicht am unrechten Orte, wenn wir uns damit beschäftigen.

Am störendsten tritt der Phosphor in den Eisenerzen auf, in denen er meistens als Phosphorsäure vorhanden ist. Durch den Hochofenbetrieb reducirt, in Phosphor verwandelt, verbindet sich dieser mit dem Eisen, demselben eine höchst üble Eigenschaft mittheilend. Das Eisen wird dadurch nämlich kalkbrüchig, es läßt sich im glühenden Zustande sehr wohl schmieden, biegen und beliebig formen, so wie es jedoch kalt geworden ist, genügt ein mäßiger Hammerschlag, um solches Eisen mitten durch zu brechen, nicht weil dasselbe Spalten und Risse hätte, sondern weil es in einen Körper (Phosphoreisen) übergegangen ist, dem die Zähigkeit des gewöhnlichen Eisens fehlt.

Je geringer der Antheil Phosphor ist, der in dem Eisen befindlich, desto weniger schädlich wird derselbe, ja es giebt eine Grenze, von welcher ab er sogar nützlich wird. Zwei Fünftausendstel ($^2/_{5000}$) Phosphor sind

höchst nachtheilig; solches Eisen, in welchem bei 5000 Pfund zwei Pfund Phosphor enthalten wäre, könnte man in diesem Zustande gar nicht brauchen. Die Hälfte davon, auch etwas mehr als die Hälfte, also ein Fünftausendstel oder zwei Zehntausendstel, d. h. auf 5000 Pfund Eisen ein Pfund Phosphor, schadet dem Eisen nicht nur nichts, sondern macht dasselbe für viele Gegenstände brauchbarer, namentlich macht es härter.

Bei anderen Metallen ist dieses letztere noch in höherem Grade der Fall, Kupfer oder Messing oder Neusilber (Kupfer, Messing und Nickel) unter einer Decke, welche die Verbrennung des Phosphors hindert, mit einem Zwanzigstel des Metallgewichts zusammen geschmolzen, wird außerordentlich dünnflüssig, läßt sich daher sehr schön gießen, zugleich aber erhalten diese Metalle oder Legirungen eine solche Zähigkeit und Härte, daß man dieselben sogar zu schneidenden Werkzeugen gebrauchen kann, wenn auch nicht zu Hobel und Handbeil, so doch zu Trennmessern, Obstmessern, zu Scheeren und dergl. Wenn man Formen für den Metallguß haben will, die selbst aus Metall bestehen sollen, wie die Zinngießer zu ihren Spielzeugen, wie die Schriftgießer zu den Lettern, wie die Broncegießer oder Zinkgießer zu Verzierungen an Möbeln, Pferdegeschirren und vielen anderen Gegenständen brauchen, so wendet man eine solche Legirung mit Phosphor zusammengeschmolzen an. Blei, Antimon, Kupfer und Zinn oder Zinn, Wismuth und Kupfer, oder Blei, Arsenik, Zink und Kupfer sind hierzu sehr geeignet. Die Gesammtmasse aller zu der Legirung erforderlichen Metalle erhält einen Zusatz von fünf Procent Phosphor, und hierdurch wird die Metallmasse hart, bildet selbst einen sehr schönen Guß, der sich den feinsten Formen des Modells anschmiegt und also als Hohlform selbst wieder treffliche Abgüsse liefert und ist bei weitem weniger oxydirbar als einzelne Metalle ohne Phosphorzusatz sind.

Der Schwefel ist dem Eisen noch viel nachtheiliger als der Phosphor, aber in entgegengesetzter Weise. Wenn nur ein Zehntausendstel Schwefel unter dem Eisen ist, so ist dasselbe rothbrüchig, d. h. es läßt sich nicht schmieden, es zerbricht im glühenden Zustande unter dem Hammer, statt sich zu schmiegen und zu formen. Rothbrüchig und kaltbrüchig sind beides Fehler, die das Eisen beinahe ganz werthlos machen. Rothbrüchiges und kaltbrüchiges Eisen zusammengeschweißt heben ihre einzelnen schlechten Eigenschaften gegenseitig auf und bilden so mit einander ein tadelfreies Eisen, sogut kalt zu schmieden als warm. Es scheint hierin der Schlüssel zur Erklärung der alten Erfahrung zu liegen, daß man ein um so festeres Eisen bekommt, als man verschiedene Erze verwendet. Hochofenbesitzer, welche nicht das eigen gewonnene Material verarbeiten, sondern Erze kaufen, sorgen stets dafür zweierlei, dreierlei Erze aus ganz verschiedenen Gruben gleichzeitig

zu verschmelzen; was in dem einen Erze als Schwefel, was in dem andern Erze als Phosphor nachtheilig wirken würde, das gleicht sich in der gemeinschaftlichen Bearbeitung aus.

Der Phosphor wirkt auf Metalllösungen reducirend. Es ist allerdings ein solches Reductionsmittel viel zu kostbar, um im Großen angewendet zu werden, und es konnte diese Reduktionsbeförderung des Phosphors nur als eine Eigenschaft desselben angeführt werden.

Wie dem aufmerksamen Techniker aber nichts verloren geht, so hat auch diese Eigenschaft ihre ganz eigenthümliche Anwendung gefunden, es hat die Galvanoplastik sich ihrer bemächtigt. In Paris machte man Damenschmuck von der allerwunderbarsten Zierlichkeit: Fliegen, Bienen, Motten, verschiedene Käfer von Gold, kamen als Ohrgehänge, Brochen, Berlocques rc. in Mode, verhältnißmäßig billig, und betrachtete man die wunderbare Naturtreue und Feinheit der Ausführung, so konnte man nicht sagen sie seien billig, man mußte zugestehen, sie würden beinahe verschenkt.

Endlich löste sich das Räthsel. Es waren die natürlichen Gegenstände, kleine Blumen, Blättchen, Insekten, auf galvanischem Wege mit Gold überzogen, unter Hülfe des Phosphors. Auf einem Blatte oder einem Schmetterlingsflügel Gold niederzuschlagen scheint unthunlich, man müßte den Gegenstand firnissen und dann mit Broncepulver oder mit Graphit einreiben, dadurch würde er zerstört werden. Man macht dieses so; In eine Auflösung von Phosphor, in Schwefelkohlenstoff wird der Käfer, das Vergißmeinnicht eingetaucht und dann getrocknet, d. h. es wird die Verflüchtigung der Benetzung abgewartet. Nunmehr wird eben dieses Insekt oder dieses Blümchen in eine Goldlösung getaucht und aus dieser schlägt sich das Gold als zusammenhängender Ueberzug auf dem Gegenstande nieder, dessen Formen auf das treueste und zarteste wiedergebend.

Der Verf. hat einen silbernen Korb mit silbernen und goldenen Früchten und Blumen aller Art gesehen, welcher das Schönste und Geschmackvollste bot, das er sich denken konnte, als Tafelaufsatz — man würde auf einen Preis von 800 bis 1000 Thalern gerathen haben, doch der Preis überstieg nicht die Summe, welche übrig bleibt, wenn man zwei Nullen wegstreicht.

Es war ein hölzerner, zierlich geflochtener Korb, es waren wirkliche Früchte mit Phosphorlösung überzogen, dann verkupfert (um dem Ueberzuge einige Stärke zu geben) und hierauf vergoldet oder versilbert. An dem ganzen Wunderwerk war der aus Weiden geflochtene zierliche Korb das theuerste, er kostete fünf Thaler, die Früchte waren nicht der Rede werth, die Versilberung erreichte noch nicht den Preis von vier Thalern.

So sollte die Wissenschaft und das Leben immer Hand in Hand

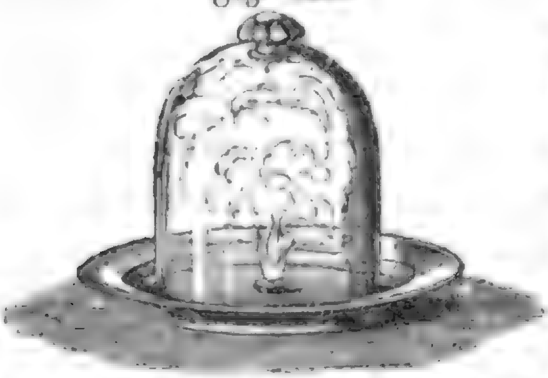
gehen, und es würde geschehen, weit mehr als es der Fall ist, wenn die Gelehrten, welche im Besitze des Wissens sind, geneigt wären, dasselbe allgemeiner zugänglich zu machen.

Phosphor und Sauerstoff.

Wenn Phosphor in atmosphärischer Luft mit Flamme verbrennt, so bilden sich lebhafte weiße Dämpfe, welche theils von der bewegten Luft weggeführt werden, theils sich an den nächsten Gegenständen niederschlagen. Diese Dämpfe sind nichts anderes als eine Phosphorverbindung mit dem Sauerstoff. Um sie in einer solchen Art zu erzeugen, daß sie sich nicht in die Luft zerstreuen, sondern gesammelt und untersucht werden können, verfährt man folgendermaßen.

Die nebenstehende Zeichnung giebt uns eine möglichst große Glasglocke, welche auf einer flachen Schüssel steht und mit atmosphärischer Luft gefüllt

Fig. 343.



ist. Um diese Luft recht trocken zu haben, stellt man ein paar Stunden, bevor man die Darstellung der Phosphorsäure beginnen will, ein Schüsselchen mit ein paar Stücken recht trockenen gebrannten Kalkes unter die Glocke. Derselbe genügt vollkommen, würde allerdings durch salzsauren Kalk noch besser vertreten sein, es würde dieses den kleinen Raum noch schneller trocknen, allein es ist in der That der gewöhnliche gebrannte und nicht gelöschte Kalk ausreichend.

Nachdem die Trocknung vollzogen, auch vorher darauf gesehen worden, die Glocke und Platte, auf welcher sie steht, wohl abzuwischen, damit an den Wänden keine Feuchtigkeit haften bleibe, die von dem Kalke nicht so schnell entführt wird als die in der Luft, in Dampfgestalt enthaltene — bringt man auf ein Porzellanschälchen ein kleines Stückchen Phosphor, welches man in Löschpapier abtrocknet, zündet dieses durch einen heißen Draht an, stellt es auf die Schüssel und deckt die Glocke darüber. Die Entfernung des Kalkes und das Einschieben des Phosphors muß mit Behutsamkeit geschehen, damit bei dem Lüften nicht ein gar zu starker Wechsel zwischen der äußeren und derjenigen Luft stattfinde, welche in der Glocke enthalten und welche getrocknet worden ist.

Die Verbrennung des Phosphors dauert unter der Glocke so lange fort, als Sauerstoff in genügender Menge darin enthalten ist und als noch

atmosphärische Luft unten, zwischen dem Rande der Glocke und dem Teller, worauf sie steht, nachströmt. Es füllt sich während des Brennens die Glocke mit weißen Dämpfen, welche anfangs noch die Flamme des Phosphors durchschimmern lassen, bald aber so dicht werden, daß man denselben nicht mehr brennen sieht, im Dunkeln ist dann die ganze Glocke mit weißem Lichte erfüllt, bei Tage sieht man nur das von den schneeweißen Dämpfen zurückgeworfene Tageslicht.

Nach einigen Minuten hört die Entwickelung der wallenden Dämpfe auf, die Luft beginnt durchsichtiger zu werden, man bemerkt nun, daß leichte Flocken sich an der Glocke ansetzen wie ein leichter Reif, und daß auch der Boden ebenso bedeckt wird. Auf dem Schälchen, worauf der Phosphor gelegen hat, bemerkt man einen röthlichen Fleck.

Die weißen Flocken sind die Phosphorsäure, welche man mit einer Federfahne (besser wohl mit einem Blatte Platinblech, das man benutzt, wie in ähnlichen Fällen der Apotheker ein Kartenblatt anwendet) zusammenkehrt und in ein sehr trocknes Glasfläschchen unter sehr gutem Verschluß bringt.

Was in dem Schälchen zurückbleibt, ist nicht ganz verbrannter, nicht ganz in Säure umgewandelter Phosphor, es ist Phosphoroxyd.

Phosphorsäure. Darstellung derselben.

Das Experiment, wie es hier beschrieben worden, kann ein Jeder mit Leichtigkeit ausführen, allein es giebt nur sehr geringe Mengen Phosphorsäure; mehr schon erhält man, wenn man statt der atmosphärischen Luft sich des Sauerstoffgases bedient, allein am ausgiebigsten ist folgendes Verfahren, und es wird angewendet überall wo man größere Quantitäten dieser Säure haben will.

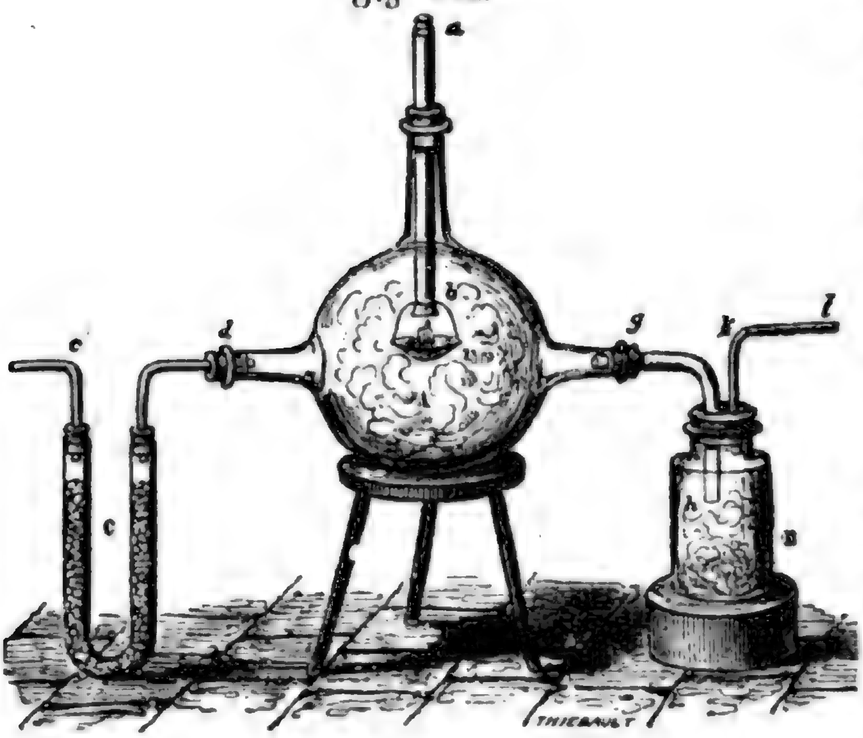
Der Apparat, welcher zur Erzeugung dient, ist folgender: Wir sehen in der Mitte der Zeichnung das Hauptstück und dasjenige, welches am schwierigsten zu beschaffen ist, einen großen Ballon mit drei Oeffnungen. Solcher Apparat ist theuer, allein er kann sehr leicht ersetzt werden, entweder durch eine möglichst große Mittelflasche (Woulf'sche Flasche) mit drei Mündungen oder durch einen Schwefelsäure-Ballon, in dessen großen Bauch man selbst mit geringer Mühe sich ein paar zollweite Oeffnungen bohrt.

Die Sache ist sehr viel leichter, als man sich gewöhnlich vorstellt und wenn man es einmal mit einem Bruchstück einer Glastafel versucht haben

wird, so macht man es ganz leicht mit jeder beliebigen Flasche und mit jeder beliebigen Stärke des Glases.

Auf die Stelle, welche angebohrt werden soll, bringt man ein kleines Tröpfchen Terpentinöl und auf dieses Tröpfchen setzt man die Spitze eines gewöhnlichen Grabstichels, wie ihn die Kupferstecher brauchen, jedoch darf er nicht über dem Lichte angelassen werden, wie es die Kupferstecher gewöhnlich thun, weil er dadurch weich wird.

Fig. 344.



Der nicht angelassene Stahl ist viel härter als das härteste Glas, es sei denn reiner Kiesel, das mit Kali oder Natron und Kalk gewonnene ist durchweg viel weicher. Wenn man die Spitze des Grabstichels auf dem Glase einigemale drehend hin und her bewegt, so wird man alsbald fühlen, daß die Spitze gefaßt hat, der Terpentin befördert das Angreifen nicht nur, sondern er macht die Operation auch ruhig und sicher.

Wenn man nun fortfährt den Grabstichel hin und her zu bewegen mit ganz leichtem, kaum bemerkbarem Druck, so ist die Seite eines Schwefelsäureballons in höchstens einer Minute durchbohrt.

Nun aber beginnt das Gefährliche der Arbeit. Wenn man sich jetzt nicht Zeit läßt, wenn man jetzt nicht ganz langsam und ohne Druck weiter bohrt, wenn man irgend ein Hinderniß, welches das ungleiche Loch dem Grabstichel bietet, durch Gewalt beseitigen will, so ist der ganze Ballon gesprengt. Hat man jedoch die nöthige Geduld, so wird man in fünf Minuten eine Oeffnung haben in welche man eine Federpose stecken kann, und mit Hülfe einer feinen Feile, welche ganz mit Terpentinöl getränkt und wiederholt damit benetzt wird, macht man daraus in einer halben Stunde ein Loch, groß genug um einen zollstarken Kork hineinsetzen zu können.

So verfährt man nun dieser ersten Oeffnung gegenüber mit einer zweiten und bald wird man seinen Apparat fertig haben. Der Verfasser hat dieses Verfahren absichtlich hier beschrieben, weil es dem Laien, welcher das vorkommende Experiment machen will, eine Ausgabe von 12 bis 15 Thalern erspart, so viel und mehr lassen die Händler mit chemischen

Apparaten sich für ein Glas von solcher Art wie das erforderliche geben, soll es gar 20 Zoll Durchmesser haben, wie ein Schwefelsäureballon, so sind 30 Thaler kaum noch genügend, um ihn zu bezahlen, er ist zwar sehr schön, allein die Schönheit hilft hierbei nichts und das etwa mißglückte Experiment, bei welchem durch ungleiche Erhitzung der Ballon zerbricht, richtet einen Schaden von vielen Thalern an, während in der Art gemacht wie beschrieben worden, ein halber Thaler für das Gefäß und eine Stunde Zeit den Schaden ersetzt.

Der Ballon steht auf einem Schemel, welcher ausgeschnitten ist, wie die Figur zeigt, oder welcher einen Strohkranz trägt. Eins oder das andere ist nöthig, damit der Ballon gehörigen sicheren Halt habe.

Durch den eigentlichen oder mittleren Hals der Glaskugel bringt man ein Messingrohr, welches in einem Pfropfen befestigt ist, mittelst dessen man diesen Hals des Ballons schließen kann.

Das Rohr ab trägt ein Schälchen von Platina v, welches in der Mitte der Glaskugel A zu hängen kommt. In der Figur ist dieses Schälchen der Deutlichkeit wegen zu groß gezeichnet, es muß durch den Hals des Glases gehen, was mit dem hier gezeichneten nicht der Fall sein würde. Es hat zum Zweck, den Phosphor, welcher verbrennen soll, aufzunehmen, und die Röhre ab hat keinen anderen Zweck als den, zu vermitteln, daß man durch Fließpapier getrockneten Phosphor von a nach v fallen lassen, zur Entzündung desselben aber einen Eisendrath bis zu dem Platinschälchen führen könne.

Wir kommen nun zu den beiden anderen Tubulaturen d und g, welche entweder wie hier, geblasene Glasansätze sind, oder welche bloße zollweite Oeffnungen, mit gut passenden Korkstöpseln versehen, sind, in denen die Glasröhren stecken, welche zum Zuführen und Wegführen der Gase und Dämpfe dienen.

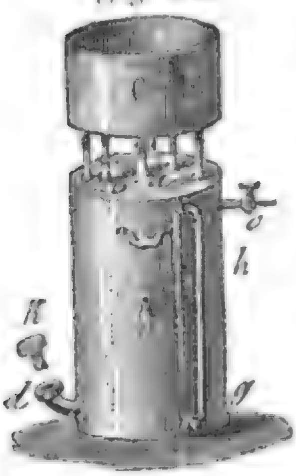
Es handelt sich bei d um Zuführung trockner atmosphärischer Luft. Dieses geschieht, indem man dieselbe bei d einführt durch irgend einen Mechanismus, oder indem man bei g die im Ballon befindliche Luft auszieht. Beide Mündungen müssen durch die Röhren gh und cd unter allen Umständen gleichzeitig offen sein, sonst kann ein solcher Luftwechsel, ein Zuströmen in die Glaskugel und ein Entweichen aus derselben auf der anderen Seite nicht stattfinden.

Die Luft, welche zugeführt werden soll, muß trocken sein, deshalb bringt man zwischen der Kugel und der atmosphärischen Luft eine mit caustischem Kalk gefüllte Röhre C an, durch welche die Luft geht, bevor sie nach der Kugel A gelangt.

Soll ein besonderes Gas, z. B. Sauerstoffgas zugeführt werden, so stellt man ein Gasometer, Fig. 345, mit seiner seitwärts gehenden Röhre c

an die Röhre c der Figur 344, füllt den Raum A desselben mit Sauerstoffgas und vertreibt dadurch, daß man das Gefäß C des Gasometers

Fig. 345.

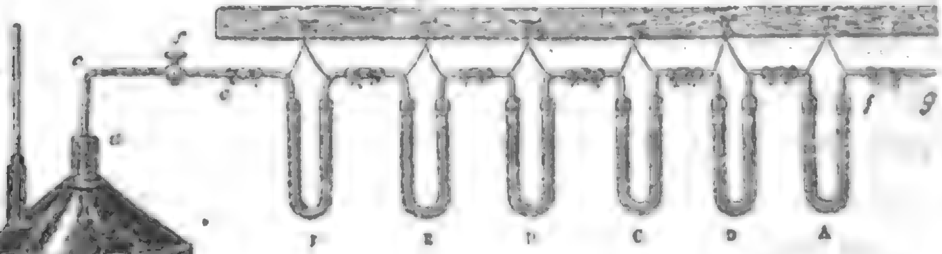


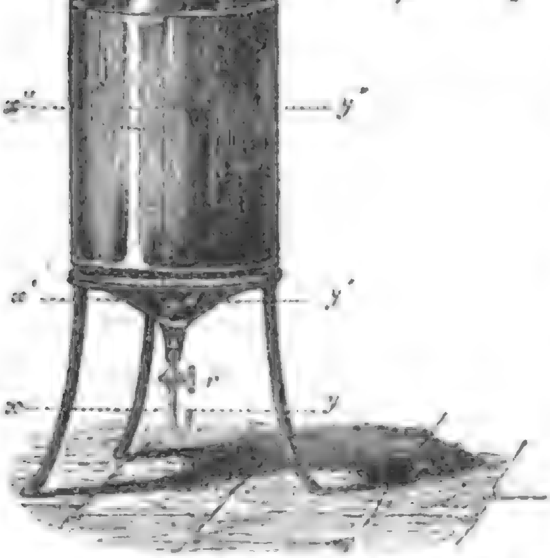
mit Wasser füllt und den Hahn b öffnet, das Gas aus demselben, welches nun gezwungen ist durch die mit trocknem caustischem Kalk gefüllte Röhre zu gehen und auf diese Weise die verbrauchte Luft in der Glaskugel durch trocknes Gas zu ergänzen. Die beiden Röhren c des Gasometers und c des Apparats Fig. 344 sind natürlich durch Kautschuk luftdicht mit einander verbunden.

Durch die Mündung der zweiten Tubulatur g soll die ausgenutzte nicht mehr Sauerstoff enthaltende Luft entweichen, dies geschieht indem man ihr einen etwas weiteren Weg durch die Röhre gh anweist, welche im Knie gebogen in eine Flasche B reicht, welche dient, um die mit in den Luftstrom hereingezogene Phosphorsäure abzusetzen.

Hereingezogen wird dieselbe dadurch, daß man einen Aspirator mit dem Glase in Verbindung bringt. Derselbe hat die Einrichtung, wie Fig. 346, welche wir bereits aus dem ersten Theile des vorliegenden Werkes kennen,

Fig. 346.





wo nämlich das große Blechgefäß ganz mit Wasser gefüllt ist und während man die Oeffnung a und die dahinein mündende Röhre c durch den Hahn f geschlossen hält, die andere Oeffnung b durch die Röhre r und einen Gummischlauch mit der Röhre kl der Fig. 344 und folglich mit dem Gefäß oder der Flasche B in Verbindung steht und vermag die in B überflüssige Luft in seinem weiten Bauche aufzunehmen, in sich einzuziehen, welches dadurch geschieht, daß man den ganz unten befindlichen Ausgußhahn öffnet. Das Wasser strömt nämlich aus und es würde oben ein luftverdünnter Raum entstehen, da aber durch die Röhre der Luftzutritt aus der Flasche B vermittelt ist, so entsteht kein luftverdünnter Raum und die Flasche wird zum Theil entleert, diese Leere wird aber wieder gefüllt aus dem Ballon und damit dieser keine Luft von geringerem Drucke habe, als die außerhalb befindliche, muß er sich seinerseits Ersatz holen aus dem Rohre C

und der dahinter liegenden Oeffnung des kleinen Rohres c, welches in die atmosphärische Luft mündet oder in ein Gasometer geht, aus welchem die eingeschlossene Luft durch Wasserdruck vertrieben wird.

Die sechs Uförmig gebogenen Röhren sind bei dem gegenwärtigen Aspirator nicht nöthig, sie werden daher durch Schließung des Hahns außer Thätigkeit gesetzt, oder man kann sie auch nach Schließung des Rohrs ganz entfernen, welches in sofern besser ist, als dadurch der Aspirator unabhängig wird von der Latte und ihren Anhängseln und aufgestellt werden kann wo man seiner bedarf.

Auch dieses Instrument ist theuer genug und auch dieses läßt sich durch eine beliebig gestaltete Flasche, ein sogenanntes Standgefäß, wie man dieselben von grünem Glase geformt in Apotheken und Droguerien zu hunderten hat, sehr leicht ersetzen, man hat nichts weiter zu thun, als ein solches Gefäß ganz unten anzubohren und einen Kork mit einer knieförmig gebogenen Röhre in die Oeffnung anzusetzen.

Die Fig. 347 zeigt eine solche Flasche V, allerdings nicht mit einer bloßen Bohrung und einem eingesetzten Kork, sondern mit einer vollständig regelrecht geformten Tubulatur mit einem Ansatz von Glas, welcher mit der Flasche zusammengeschmolzen ist, versehen. Eine solche Einrichtung ist jedenfalls eleganter, allein sie ist auch gleichzeitig sehr viel theurer, ohne im mindesten besser zu sein.

Fig. 348.

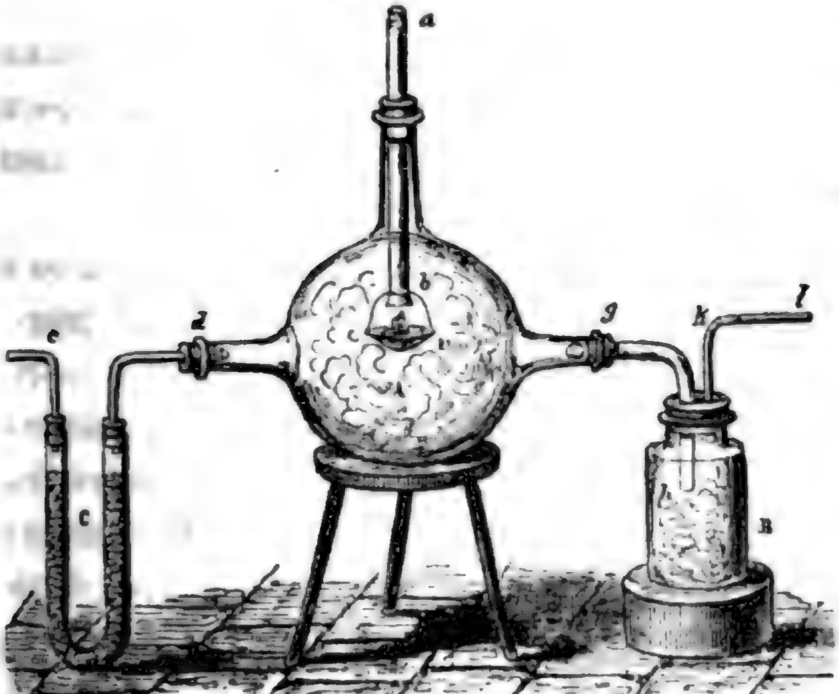
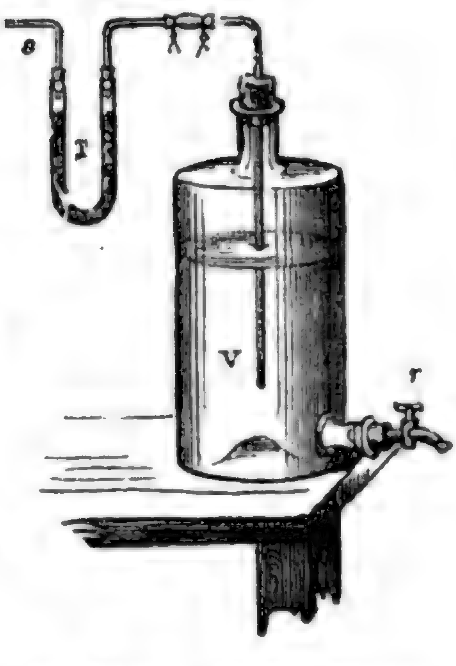


Fig 347.



Man bohrt in solche Flasche auf die angegebene Weise eine Oeffnung. Da das Glas an dieser Stelle solcher Standgefäße viel dicker ist als auf dem Umfange eines Schwefelsäureballons, so dauert die Bohrung etwas länger, allein eben der größeren Stärke wegen

kann man auch etwas kräftiger zu Werke gehen und der Unterschied ist demnach nicht so sehr bedeutend.

Ist die Oeffnung weit genug, so wird ein Kork eingesetzt, durch welchen eine rechtwinklig umgebogene Glasröhre geht, deren Mündung man mit einem Stöpsel von Holz schließen kann, der den Hahn r vertritt. In den Hals der Flasche bringt man gleichfalls einen Kork mit einer ähnlich gebogenen Röhre, wie die Fig. 347 zeigt, mittelst eines Kautschukblättchens ist sie an den großen Apparat gehängt, wie hier an eine mit Chlorcalcium gefüllte Röhre, welche zu dem gegenwärtigen Versuche ganz überflüssig wäre, jedoch für andere Zwecke allerdings von großer Wichtigkeit ist.

Kehren wir nun zu unserer, zur Bereitung der Phosphorsäure angegebenen Figur zurück, so müssen wir der Zusammensetzung wegen mit dem Gasometer und dem Aspirator noch sagen, daß, wenn atmosphärische Luft angewendet wird, eins von beiden genügt, der Gasbehälter oder der Aspirator, der Letztere allein wird nicht nur genügen, sondern wird der wirksamere sein.

Wenn man jedoch mit Sauerstoff in einem größeren Antheil als gewöhnlich versetzte atmosphärische Luft anwendet, was man wohl thut, um die Operation zu beschleunigen, so würde dieser, aus dem Gasbehälter vertrieben, in die Kugel gejagt werden müssen, es würde aber davon so viel verbraucht werden, daß kein continuirlicher Strom entstehen könnte und deßwegen würde man neben dem Gasbehälter einerseits auch einen Aspirator andererseits haben müssen, welcher die vernutzte Luft in die Flasche B zieht.

Die Operation wird nun folgendermaßen durchgeführt. Der Ballon A wird zuvörderst durch Chlorcalcium getrocknet, welchen man in die Platinschale v bringt und eine geraume Zeit mit der Luft des Ballons in Berührung läßt. Dann wird der mit Gas gefüllte Behälter an die Röhre c gelegt, der Aspirator an die Röhre l (wir wissen bereits unter welchen Umständen eines oder das andere genügt, unter welchen Umständen beides nöthig ist) angefügt, hierauf der Kalk entfernt, an seine Stelle aber Phosphor gebracht und dieser nun durch einen Eisendrath angezündet, welcher, nachdem sein vorderes Ende auf etwa 50 Grad erwärmt ist, durch die Röhre ab bis auf den Phosphor herabgesenkt wird.

Sobald derselbe brennt, setzt man die Luftströmung in Thätigkeit. Der Gasbehälter drängt immer neue Luft durch die Röhre c und die Chlorcalciumröhre C nach der Tubulatur d und durch dieselbe in den Ballon A. Vermöge des Verbrennungsprocesses wird nur der Sauerstoff absorbirt und dafür Phosphorsäure gebildet, der Stickstoff aber zurückgelassen. Die Säure setzt sich an den Wänden nieder, während die immer neu gebildete gasförmig in dem Ballon schwebt, ihn als weißer Dampf erfüllt. Indessen

muß der Stickstoff hinausgeschafft werden, weshalb man den Aspirator an der Röhre kl wirken läßt. Dieser zieht die Luft aus der Flasche B und es stürzt sich, um das gestörte Gleichgewicht herzustellen, wieder Luft aus dem Ballon hinein, welche jedoch sehr viel von der dampfförmigen Säure in die Flasche zieht. Um diese nicht zu verlieren, wird aber der Aspirator nicht gleich bei g am Ballon angebracht, sondern man bringt zwischen ihn und den Aspirator die Mittelflasche B.

Wenn das erste Stückchen Phosphor verzehrt worden ist, so läßt man durch die Röhre ab, welche indessen bei a zugestöpselt war, ein neues Stückchen hinab, in das Schälchen fallen, welches in der Regel warm genug ist um den Phosphor sogleich zu entflammen, sollte dieses übrigens nicht der Fall sein, so wird die Entzündung wieder vorgenommen, wie vorhin angegeben worden.

Falls man mit Sauerstoff in großer Menge operirt, so wird derselbe in solchem Grade von dem Phosphor verzehrt, daß wenig oder nichts übrig bleibt, welches in die Flasche B gezogen werden könnte, dann läßt man entweder diese weg und sammelt die Säure, die sich im Ballon bildet und ansetzt, oder, da dieses auch wegen der bedeutenden Temperaturerhöhung seine Schwierigkeiten hat, man läßt die Röhre ab offen, wodurch dann stets so viel atmosphärische Luft in die Kugel dringt, als nöthig um das Gleichgewicht des Luftdrucks zu erhalten, und noch eine gute Portion Stickstoff als Träger der erzeugten dampfförmigen Säure übrig zu behalten, der nun mit sammt dieser Säure durch den bei l wirkenden Aspirator aus der Kugel in die Flasche und aus dieser nach Ablagerung der Säure weiter geschafft wird.

Zu letzterem kann man sich auch eines anderen Mittels als eines Aspirators bedienen. Wenn man z. B. die Röhre kl nicht von Glas, sondern von Eisenblech und etwa so weit macht wie den Cylinder einer kleinen arganduschen Lampe, ihn mit einem kleinen Schälchen umgiebt, welches ganz unten auswendig angebracht ist und worauf man ein paar Tropfen Weingeist gießt, so kann durch Anzünden desselben die Luft im Innern der Metallröhre so erwärmt werden, daß sie aufsteigt und auf diese Weise die andere Luft nach sich zieht. Der heftige Zug, durch welchen die arganduschen Lampen brennen, rührt nur von der Erhitzung her, welche die innerhalb des Cylinders brennende Flamme hervorbringt. Da ein so heftiger Zug als dort erforderlich, hier gar nicht nöthig, so genügt auch eine viel gelindere Erwärmung des Schlots, der ja nur dienen soll, um allmählig diejenige Luft wegzuschaffen, welche zum Träger der Phosphorsäure gedient hat und welche die fernere Oxydation bis zu dem Grade, den man verlangt (bis zur Bildung der Phosphorsäure) hindern würde, wenn er in zu

großer Menge vorhanden wäre, es würde Phosphoroxyd entstehen statt Phosphorsäure.

Da diese Phosphorsäure ein im höchsten Grade hygroskopischer Körper ist, so muß man eigentlich jede Darstellungsmethode verwerfen, bei welcher Luft in den Ballon kommt, welche nicht vorher über Chlorcalcium gezogen ist, demnach ist also auch der Zutritt, den die Luft durch die Röhre ab erhält, keineswegs zweckmäßig und er sollte eigentlich nur in solcher Art gestattet werden, daß auch in dem Pfropfen a eine Glasröhre befindlich, welche mit einem Trockenrohr in gleicher Weise zusammenhängt, wie die Röhre d auf der Seite des Ballons mit der U förmigen Röhre C.

Eigenschaften der wasserfreien Phosphorsäure.

Was wir durch das gedachte Experiment erhalten, was als Wolke, dann als Reif, was wie Schneeflocken zusammengehäuft, an den Wänden des Ballons und der Flasche B sich sammelt, ist die wasserfreie Phosphorsäure, die eben wasserfrei zu erhalten, alle die Vorsichtsmaßregeln getroffen worden sind, welche den Wasserdampf entfernt halten sollen. Sie ist schneeweiß und undurchsichtig, zeigt aber nicht die geringste Anlage zur Krystallisation, wohl aber die größte mit Feuchtigkeit zu zerfließen, welche sie mit Begierde aus der Luft oder wo sie dieselbe antrifft, an sich rafft, sie ist demnach auch höchst geeignet feuchte Räume auszutrocknen, mehr noch als Chlorkalk, wenn sie nur nicht zu theuer wäre.

Bringt man Wasser zu der trocknen Säure, so entsteht eine bedeutende Erhitzung; etwas davon zusammengedrückt und auf Wasser geworfen, erregt ein Zischen wie glühendes Metall und auf die Zunge gebracht, wirkt diese Säure wirklich so, sie verursacht eine eigentliche Verbrennung, eine schwer heilende Brandblase war immer der Lohn für die große Unvorsichtigkeit, mit welcher man sich diesem Experimente unterzog.

Die wasserfreie Säure ist außerordentlich feuerbeständig, sie verflüchtigt sich erst bei der Weißglühhitze, dann aber noch unverändert, ohne sich zu zersetzen; rothglühende Kohlen aber bewirken Zersetzung, Phosphorsäure mit Kohlen geglüht geht über in Kohlensäure, Kohlenoxydgas und Phosphor. Dies ist der Weg Phosphor zu erzeugen, wie wir bereits wissen, denn der Phosphor kommt in der Natur sehr häufig, aber immer nur als Säure vor und muß aus dieser Säure durch Reduktion mittelst der Kohle gewonnen werden. Als Säure ist der Phosphor mit dem Eisen, dem

Mangan, dem Blei, dem Kalk, der Magnesia verbunden, hieraus ziehen die Pflanzen ihr Besitzthum und die Thiere eignen sich davon wieder das ihnen Dienliche zu, verwenden es für ihre Knochen und schließlich gewinnt der Mensch gerade daraus (weil die Phosphorsäure in diesen am stärksten aufgehäuft ist) den Phosphor.

Wegen dieser großen Begierde, sich mit dem Wasser zu verbinden, besiegt sie die meisten anderen ähnlich beschaffenen Körper. Concentrirte Schwefelsäure gehört unter dieselben und kann wegen ihrer außerordentlichen Affinität zum Wasser benutzt werden, Luft zu trocknen, Dämpfe zu verschlucken — Phosphorsäure ist hierin so viel stärker, daß sie dieser, nach Feuchtigkeit so sehr begierigen Säure, der Schwefelsäure, ihr Hydratwasser vollständig entzieht und sie in wasserfreie Schwefelsäure verwandelt, während sie selbst zu wasserhaltiger Phosphorsäure wird.

Auch aus mehreren ätherischen Oelen zieht sie Wasser, obschon dieselben keines enthalten. Mit solchen ätherischen Oelen erhitzt, entzieht sie ihnen zwei der Elemente, welche zu ihrer Bildung erforderlich sind, Sauerstoff und Wasserstoff, in solchem Verhältniß, in welchem dieselben Wasser bilden würden, vereinigt dieselben nun wirklich zu Wasser und bildet so Phosphorsäurehydrat. Dadurch hört natürlich das ätherische Oel auf zu existiren und es entweicht in dem Verhältniß, wie Wasserstoff und Sauerstoff ihm entzogen wird, Kohlenwasserstoff, welches man haben wollte.

Diese beiden Experimente beweisen die ungeheure Kraft, mit welcher die Säure sich bestrebt, Wasser an sich zu raffen, beweisen, wie wichtig sie als austrocknendes Mittel wäre, wenn sie in genügender Menge und zu mäßigem Preise zu beschaffen wäre.

Die Säure im trocknen Zustande zu bewahren, ist sehr schwer und kann nur bei der größten Vorsicht und bei trefflich eingeriebenen Stöpseln ermöglicht werden.

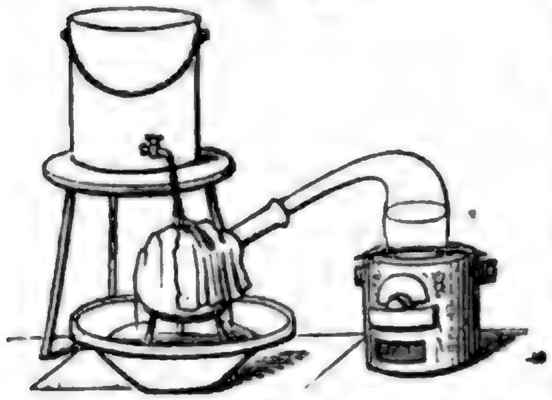
Wasserhaltige Phosphorsäure.

Wenn man der wasserfreien Phosphorsäure Gelegenheit giebt, sich mit Wasserdämpfen zu verbinden, so zerfließt sie mit denselben zu Hydrat; wenn man ferner bei der Bereitung der Phosphorsäure die Feuchtigkeit nicht auf die angegebene Weise mit Sorgfalt ausschließt, so entsteht schon bei der Bildung eine wasserhaltige Säure und sie wird es immer mehr, bis das erforderliche Wasser aufgenommen ist. Wenn man ferner wasser=

freie Säure geradezu in Wasser bringt, so wird auch hierdurch dieselbe zu einem Hydrat, falls des Wassers nicht zu viel war und die Säure dann in demselben aufgelöst werden würde.

Alle diese Wege zeigen uns die Möglichkeit, aus der wasserfreien Säure wasserhaltige zu machen, sind aber durchaus nicht diejenigen, auf denen man die wasserhaltige Säure darstellt. Dieses geschieht dadurch, daß man den Phosphor nicht durch den Sauerstoff der Luft, sondern durch den einer flüssigen Säure oxydirt.

Fig. 349.



Um dieses zu bewerkstelligen, verfährt man in folgender Art. Fig. 349 zeigt eine Retorte, in welche zu einem Theile Phosphor das zehnfache Gewicht Salpetersäure nur mit so viel Wasser verdünnt, daß sie ein specifisches Gewicht von 1,2 hat, gegossen wird; sie steht über einem schwachen Kohlenfeuer, oder, was noch besser ist, in einem Sandbade, mittelst dessen man die Temperatur regeln und beständiger erhalten kann. Die Temperatur muß so hoch gesteigert werden, daß sich von dem Phosphor Blasen in großer Menge entwickeln, nicht aber so, daß die Säure kocht, in welchem Falle der Phosphor durchaus nicht schneller oxydirt, wohl aber die Salpetersäure in Dämpfe aufgelöst und statt der beabsichtigten Phosphorsäure übergeführt wird. Ueberdies ist auch bei so starker Erhitzung eine Explosion möglich, weil die Dämpfe nicht so schnell den Hals der Retorte verlassen können, als sie aus der siedenden Säure erzeugt werden. Solche Zertrümmerung eines Gefäßes mit kochenden Flüssigkeiten ist unter allen Umständen gefährlich, mehr noch, wenn die Flüssigkeiten concentrirte oder wenigstens sehr starke Säuren sind, hier aber wird dies alles noch dadurch überboten, daß Phosphor mit dabei ist, der natürlich sofort in Brand geräth und der Brandwunden von höchster Schmerzhaftigkeit verursacht. An den Hals der Retorte wird eine Vorlage gelegt, welche, auf einem Dreifuß stehend, mit einem Stücke Leinwand bedeckt ist, auf welche ein ununterbrochener Strom kalten Wassers fließt.

Der Zweck dieser Operation ist keineswegs, flüssige Phosphorsäure in die Vorlage zu bringen, sondern nur den Phosphor in der Salpetersäure bis zur Säurebildung zu oxydiren. Daher füllt man die übergegangene Flüssigkeit immer wieder in die Retorte zurück (es ist deshalb sehr gut, wenn dieselbe eine Tubulatur hat. Diese wird nicht einmal fest, sondern nur durch einen schlecht passenden Glasstöpsel halb verschlossen, auch die Vorlage braucht nicht luftdicht anzuliegen, im Gegentheil hat man

Luftzutritt gern, weil derselbe die Oxydation des Phosphors befördert) und wiederholt dieses so lange, bis die Auflösung des Phosphors in der Säure stattgefunden hat.

Mit der destillirten Säure geht immer etwas phosphorige Säure über, sie wird stets zurückgebracht zu dem Phosphor und erhält auf solche Weise Gelegenheit, sich bis zu dem erforderlichen Grade zu oxydiren.

Ist die Auflösung vollständig geworden, dann erst beginnt man die Destillation mit der Absicht, die gebrauchte Salpetersäure wieder zu gewinnen, so viel als thunlich. Es geschieht dieses, indem man bei mäßigem Feuer ungefähr $^7/_{10}$ des Inhalts der Retorte in die Vorlage gelangen läßt, bis das in der Retorte Zurückbleibende Syrupsconsistenz hat, und erst bei diesem Stadium der Destillation scheint die Oxydation des aufgelösten Phosphors zu Phosphorsäure vollendet zu werden, indem man wahrnimmt, wie sich rothe Dämpfe von salpetriger Säure entwickeln, welches eine Zersetzung der Salpetersäure zu Gunsten der Phosphorsäurebildung andeutet.

Die als Destillat gewonnene Salpetersäure ist nicht stark genug, um abermals verwendet zu werden, da ihr aber sonst nichts fehlt, so bringt man sie durch Zumischung von sehr concentrirter Säure wieder auf dasjenige Gewicht, welches verlangt wird (1,2), und dann ist sie so werthvoll wie noch nicht gebrauchte.

Was in der Retorte zurückbleibt, ist wasserhaltige Phosphorsäure mit noch beträchtlichen Quantitäten Salpetersäure. Diese wird in einer offnen Schale durch ferneres Kochen verjagt; reine Phosphorsäure hat man erst, wenn keine sauren Dämpfe mehr entweichen. Die Flüssigkeit hat erkaltet ein specifisches Gewicht von 1,9, ist also schwerer als die concentrirte Schwefelsäure, und sie ist dickflüssig wie Syrup.

Für Apotheker ist die Notiz interessant, welche Otto in seinem großen Werke darüber giebt. „Eine Unze Phosphor liefert reichlich drei Unzen Säure, man kann also annehmen, daß diese das Hydrat $3HO, PO_5$ sei (drei Wasser mit eins Säure). Verdünnt man diese Säure mit Wasser, bis sie nur noch ein specifisches Gewicht von 1,13 hat, so erhält man diejenige Säure, welche die preußische Pharmacopöe mit Acidum phosphoricum purum bezeichnet. Eine Unze liefert ungefähr 13 Unzen dieser Säure. Andre Pharmacopöen lassen die Verdünnung bis zum zehnfachen Gewicht des Phosphors vornehmen, wodurch eine Säure von ungefähr 1,16 entsteht, welche stärker als die vorige, Acidum phosphoricum concentratum ist. Eine weitere Verdünnung einer oder der andern Säure bis zu dem specifischen Gewicht von 1,08 giebt Ac. ph. dilutum."

Wird die Bereitung mit stärker concentrirter Salpetersäure vorge-

nommen, so steht man immer in Gefahr, eine Explosion zu veranlassen, daher man sich sehr zu hüten hat, das angegebene Maaß zu überschreiten; eine zu schwache Säure hat einen andern Nachtheil, die Oxydation des Phosphors wird nicht vollendet.

Man kann die auf diesem Wege erhaltene Phosphorsäure eines bedeutenden Antheils ihres Wassers berauben, wenn man sie in einer Platinschale eindampft. Die Flüssigkeit wird immer dicker, endlich tritt ein Zeitpunkt ein, wo sie sich zu färben, wo sie gelb zu werden beginnt, dann wird sie roth, sie glühet, sie ist in ihrem Hydratwasser nicht mehr aufgelöst, sondern geschmolzen. Jetzt kann sie kein Wasser mehr verlieren, auch nicht durch lange fortgesetztes Glühen. Man gießt sie auf Platinblech aus und nach dem Erkalten bildet sie eine feste, glasartig aussehende Masse, völlig durchsichtig, ziemlich hart und darum auch verglaste Phosphorsäure genannt.

Dieselbe ist durchaus nicht wasserfrei, sie hat noch über 11 Procent Wasser, hält dasselbe aber so außerordentlich fest, daß es durch Hitze allein nicht vertrieben werden kann. In geschmolzenem Zustande in der Rothglühhitze giebt diese Säure bemerkbar Dämpfe von sich, allein sie ist selbst in diesem Stadium noch weit von dem Siedepunkte entfernt, dessen Temperatur man noch gar nicht kennt.

Wenn diese glasige Phosphorsäure nicht in einem Platinatigel, sondern in einem Porzellan- oder einem hessischen Schmelztigel bereitet, geschmolzen wird, so greift sie das Gefäß sehr stark an und löst aus demselben Kieselsäure und Thonerde auf. Die Säure ist demnach verunreinigt, etwas leicht zu Entdeckendes, indem die so gebildete Säure sehr hart, sehr schwer — man möchte fast sagen gar nicht auflöslich im Wasser ist, sondern, wie ein Stück Spiegelglas aussehend, selbst auf den kalihaltigen Speichel gar nicht wirkt, also beträchtlich lange an die Zunge gehalten, noch keinen Geschmack zeigt. Hat sie einige Zeit an der Luft gelegen, so zieht sie allerdings von dieser Feuchtigkeit an und alsdann schmeckt man auch sehr wohl die Säure. Wenn aber dieser Ueberzug durch Wasser abgewaschen, das glasige Stück dann getrocknet und hierauf an die Zunge gebracht wird, so nimmt man keine Spur von Geschmack wahr.

Dieses aber ist eben ein Zeichen der Unreinheit, denn die reine verglaste Phosphorsäure löst sich leicht im Wasser auf und zerfließt an der Luft zu einem andern Hydrat.

Verschiedene Hydrate der Phosphorsäure.

Dieses Letztere führt uns naturgemäß zur Betrachtung der Phosphorsäure mit verschiedenen Antheilen Hydratwasser. Lange war man nicht im Reinen hierüber, nicht vollkommen sicher über das, was mit der Phosphorsäure vorgehe; endlich ist es den emsigen Arbeiten deutscher Chemiker gelungen, so viel Material zu beschaffen, daß ein engländischer Chemiker Graham ein ziemlich unerwartetes, aber ein jetzt nicht mehr angefochtenes Resultat daraus ziehen konnte, dieses nämlich, daß die verschiedenen Hydrate als Salze zu betrachten seien, in denen das Wasser die Basis, die Phosphorsäure aber die Säure gebe und daß je nachdem die Base zur Säure sich wie eins zu eins oder wie zwei zu eins oder wie drei zu eins verhielten, drei ganz verschiedene Körper resultirten, welche nun auch, mit andern Körpern vereinigt, von einander sehr abweichende Verbindungen geben.

Die auf trockenem Wege (S. 209) bereitete Phosphorsäure ist wasserfrei, die auf nassem Wege bereitete (S. 217) wasserhaltig. Die auf trockenem Wege bereitete in Wasser aufgelöst und frisch verbraucht wirkt daher ganz anders, als die auf nassem Wege bereitete; durch längeres Stehen mit Wasser wird aber auch die wasserfreie aufgelöste Säure zur wasserhaltigen, welche sich in ihren Wirkungen durchaus anders zeigt.

Der Erste, welcher hierauf aufmerksam machte, war vor etwa zwanzig Jahren der Chemiker Engelhardt. Man hatte gesagt, die Phosphorsäure besitze die Eigenschaft, Eiweiß gerinnen zu machen, nicht, wie die anderen Säuren — Engelhardt stellte die Behauptung auf — dieses sei nicht richtig und die Phosphorsäure besitze diese Eigenschaft allerdings. Bei fortgesetzten Untersuchungen über diesen Gegenstand fand er, daß die früher gemachten Angaben anderer Chemiker doch richtig seien — er hatte also etwas gefunden und sich dann selbst widerlegt.

Als er nun die Vorgänge auf's Neue durchnahm, fand er, daß er sich keinesweges in den sich widersprechenden Angaben getäuscht, daß dieselben Säuren wirklich verschiedene Rusultate gäben, je nachdem man die wasserfreie Säure sofort in einer Auflösung anwende oder je nachdem diese wasserfreie Säure schon mehrere Tage im Wasser gelöst gewesen.

Noch eine andere Beobachtung trat dazu, um dem Engländer Graham die Arbeit zu erleichtern. Diese Beobachtung lehrt, daß gewöhnliches phosphorsaures Natron in Wasser gelöst und zu salpetersaurem Silberoxyd (natürlich auch in Wasser gelöst) gesetzt, dieses mit gelber Farbe niederschlage, indessen dasselbe phosphorsaure Natron ausgeglüht und dann

aufgelöst und zu salpetersaurem Silber gesetzt, dasselbe mit weißer Farbe niederschlage.

Diese Beobachtungen gaben Graham den Anstoß zu weiterem Verfolg der Untersuchungen und er konnte nach denselben sagen, das verschiedene Verhalten der Phosphorsäure rühre davon her, daß sie sehr verschiedene Quantitäten basischen Hydratwassers enthalte und daß es drei verschiedene Proportionen gebe, in denen Phosphorsäure einmal, zweimal und dreimal mit Hydratwasser versehen sei; abgesehen von der wasserfreien Säure PO_5 gäbe es also

ein erstes Hydrat derselben $PO_5 + HO$
ein zweites Hydrat " $PO_5 + 2HO$ und
ein drittes Hydrat " $PO_5 + 3HO$

und jedes dieser Hydrate bilde nach seiner Zusammensetzung verschiedene Salze. Die Hydrate nennt der Engländer mit der französischen (dem Griechischen nachgebildeten) Nomenclatur

$PO_5 + HO$ Phosphorsäureprotohydrat,
$PO_5 + 2HO$ Phosphorsäuredeuterohydrat und
$PO_5 + 3HO$ Phosphorsäureterhydrat.

Unsere deutsche Bezeichnung ist viel vernünftiger, weil sie uns Deutschen verständlich ist, jene ist nicht den Franzosen oder Engländern verständlich, sondern nur denjenigen, die Griechisch gelernt haben, es hat also eine solche Bezeichnung so wenig einen vernünftigen Grund für sich wie die Wuth, lateinische Inschriften für deutsche Monumente der Architectur zu erfinden, „Artem non odit nisi ignarus“ oder „Nutrimentum spiritus“ oder „Theatrum et Odeum incendio consumta etc. etc. majore cultu restituit“. An solchen Auswüchsen der Schulweisheit sieht man recht deutlich, daß uns Deutsche die Römer doch wirklich besiegt haben und daß sie uns trotz unserer Prahlerei mit der Hermannsschlacht noch jetzt knechten, so durch ihre Grammatik wie durch ihr Corpus juris und ihre Pandecten; aber gleichviel, wie jene verschiedenen Hydrate benannt werden — sie sind wirklich von einander verschieden und verbinden sich mit anderen Körpern in verschiedener Weise und zwar so, daß man sie einbasige, zwei- und dreibasige nennen kann. Diejenige nämlich, welche das erste Hydrat bildet, sättigt in den normalen oder neutralen Salzen eine solche Menge Base, daß deren Sauerstoffgehalt gleich ist einem Fünftheil ihres eigenen Sauerstoffgehaltes, das zweite Hydrat der Phosphorsäure sättigt so viel einer fremden Base, daß der Sauerstoffgehalt gleich ist zwei Fünftheilen, und das dritte Hydrat so viel, daß der Sauerstoffgehalt gleich ist drei Fünftheilen des eigenen Sauerstoffgehaltes.

Es ist wesentlich, diese drei verschiedenen Hydrate von einander zu

unterscheiden und um dieses in möglichster Kürze und ohne weitläufige Wortanhäufung zu thun, wählt man dasselbe Mittel, welches wir bereits beim Schwefel kennen gelernt haben; man nennt die verschiedenen Modificationen desselben alpha Schwefel, beta Schwefel ꝛc. und so setzt man auch hier a Phosphorsäure, b und c Phosphorsäure, und weil die letzte, die dreibasige, die am häufigsten vorkommende ist, nennt man sie vorzugsweise Phosphorsäure oder gewöhnliche Phosphorsäure. Damit unsere Leser jedoch bei etwaigen Studien über diesen Gegenstand (der allein ganze Bände, besondere Abhandlungen über die Modificationen der Phosphorsäure enthaltend, füllt) auch die Synonyma, die gleichbedeutenden Ausdrücke verstehen, muß noch bemerkt werden, daß die einbasige a Phosphorsäure, auch Metaphosphorsäure genannt wird, daß ferner das zweite Hydrat oder die zweibasige, die b Phosphorsäure, auch Paraphosphor- oder Pyrophosphorsäure genannt wird. Für die dritte oder c Phosphorsäure hat man keinen solchen fremden Namen, sondern man nennt sie, wie bereits bemerkt, gewöhnliche Phosphorsäure, eben weil sie es ist, die gewöhnlich in den phosphorsauren Salzen vorkommt.

Die Phosphorsäure ist keineswegs die stärkste Säure, die es giebt, wiewohl sie gewiß zu den stärksten gehört, allein sie ist übergewaltig durch ihre Feuerbeständigkeit; wenn auch die Schwefelsäure ihr nicht weicht in gewöhnlichen Temperaturen, so vertreibt in der höher und immer weiter gehenden Erhitzung, zuletzt in der Schmelz- und Weißglühhitze, die Phosphorsäure alle andern, die Schwefelsäure nicht ausgenommen, und sie allein behält das Feld.

Phosphorige Säure PO_3.

Dieses ist eine niedrigere Oxydationsstufe des Phosphors, welche dargestellt wird, wenn man den Phosphor langsam, unter nicht vollständig genügendem Zutritt der Luft, wenn man ihn ohne Flamme verbrennen läßt. Die Fig. 350 giebt einen Apparat zur Bildung derselben. ab ist eine Glasröhre, bei a ausgezogen und etwas geschweift, aber offen, so daß man dort Luft einführen kann. Durch die weitere Mündung b wird ein Stückchen mit leinenem Fließpapier abgetrockneter Phosphor in die Röhre, und zwar so weit als thunlich, nach a gebracht, doch ohne dadurch die Mündung zu verstopfen.

Fig. 350.

Vor b legt man einen gut passenden Kork mit einem kleinen Gasentwickelungsrohr, welches zu nichts weiter dient, als die ausgenutzte, ihres Sauerstoffes beraubte Luft zu entlassen.

Man erwärmt den Apparat, um den Phosphor gelinde zu schmelzen, und läßt dann durch die Mündung a einen Strom getrockneter atmosphärischer Luft langsam genug eintreten, so daß keine Verbrennung mit Flamme entstehen kann. Die unvollkommene Verbrennung, welche demnach stattfindet, bildet nun die phosphorige Säure, welche zwei Aequivalent Sauerstoff weniger hat, als die Phosphorsäure, nämlich nicht fünf, sondern nur drei.

Um die Luft trocken einströmen zu lassen, hängt man an die Mündung a eine Uförmig gebogene Röhre mit Chlorcalcium, damit aber die Strömung selbst sehr langsam stattfinde, bedient man sich eines Aspirators, welcher bei c der Ansatzröhre angebracht wird und dessen Wasserausfluß man so sparsam macht, als irgend möglich. Der oben in dem Gefäß befindliche Luftraum wird durch den Ausfluß vergrößert, die Luft darin wird also verdünnt, statt sich mit der äußeren in Gleichgewicht zu setzen, was nur durch den Apparat Fig. 350 geschehen kann; wenn man aber nicht behutsam mit dem Ausfluß des Wassers verfährt, so strömt zu viel Luft bei a ein und der Phosphor wird entzündet.

Bei regelmäßigem Gange bilden sich die Dämpfe, die uns von dem Phosphor bereits bekannt sind — diese Dämpfe sind die phosphorige Säure, sie sammelt sich bei b in Form eines weißen Pulvers an, hat einen eigenthümlichen, knoblauchartigen Geruch, der bei Streichzündhölzchen, welche zu stark mit Phosphor versehen sind, so unangenehm auffällt — hat einen stechend sauren Geschmack, hat eine solche Affinität für das Wasser, daß dieses Stechen auf der Zunge in Brennen übergeht, wenn man unvorsichtig zu viel davon nimmt, indem die Säure sich, mit Feuchtigkeit in Verbindung kommend, stark erhitzt — sie nimmt die Feuchtigkeit auch sehr rasch aus der Luft auf und erhitzt sich damit so lebhaft, daß sie nicht selten sich nochmals oxydirt, mit Flamme verbrennt und dann also in Phosphorsäure übergeht; dasselbe geschieht auch in trockener Luft, wenn die Erwärmung durch eine andere Ursache von außen dazu tritt.

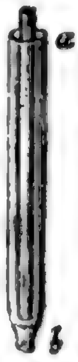
Alle die Umstände, welche das Leuchten des Phosphors bei gewöhnlicher Temperatur begünstigen, sind zugleich Bedingungen seiner Oxydation zu phosphoriger Säure. Hierher gehört Beförderung der Verdunstung, darum leuchtet Phosphor im luftverdünnten Raum stärker, als unter gewöhnlichem Luftdruck, darum leuchtet er gar nicht bei einem Druck von vier Atmosphären, weil dieser stark genug ist, um die Verdunstung zu hindern. Ist die Luft ganz trocken, so dauert das Leuchten des Phosphors nicht lange, es wird zwar auch phosphorige Säure gebildet, aber wasser-

freie, diese überzieht den Phosphor mit einer dünnen Schicht ihrer selbst, wie sie eben gebildet wird und damit hört fernere Bildung der phosphorigen Säure und also auch das Leuchten auf. An feuchter Luft aber bilden sich Dämpfe von phosphoriger Säure, welche aufsteigen und diese sind es vorzüglich, welche das bläuliche Licht, das zugleich etwas wolkenartig verschwimmendes hat, hervorbringen, was sich auch ganz vorzüglich zeigt, wenn man einen Körper mit Phosphor bestreicht, oder wenn man das Lösungsmittel einer Phosphorflüssigkeit durch Verdampfung entfernt. Ueberall hier entsteht phosphorige Säure, die oben angegebene Art ist jedoch die sicherste, sich dieselbe in Substanz und in einer soweit genügenden Menge zu verschaffen, daß man damit experimentiren kann.

Man kann die phosphorige Säure in Wasser auflösen und unverändert bis zur Syrupsconsistenz eindicken. Beim Abkühlen entstehen Krystalle, welche aus phosphoriger Säure mit 3 Aequivalent Wasser bestehen, ihre Formel ist $PO_3, 3HO$.

Will man die phosphorige Säure gleich flüssig haben oder erzeugen, so läßt sich dieses auf eine leichtere Weise machen, als sich die trockne Säure darstellen läßt. Gewöhnlich ist der Phosphor in Form kleiner Stängelchen, wie schwache Federspulen, käuflich. Man verschafft sich Glasröhren, welche ungefähr doppelt so große innere Weite haben als ein Phosphorstängelchen äußere. Diese Röhren zerschneidet man in etwa fünf Zoll lange Stücke, erhitzt sie dann vor der Gebläselampe in der Mitte, zieht sie etwas aus, wodurch sich ihr Durchmesser daselbst verringert, dann macht man die Stelle glühend und entfernt die beiden Stücke rasch von einander. Nun hat man zwei Stücke Glasrohr einseitlich zugespitzt. Vor der Gebläselampe schmilzt man dies Ende ab, so daß sich eine Oeffnung bildet und die halbe Röhre aussieht wie Fig. 351 zeigt, wo b die künstliche Verengung, a die offene Stelle andeutet.

Fig. 351.



In diese Röhre wird nun ein Stängelchen Phosphor gelegt. Dasselbe darf die Röhre nicht ausfüllen, es muß überall Raum zwischen der inneren Wandung des Glases und dem Phosphor sein, damit die Luft in die Zwischenräume dringen könne, denn die Luft ist eben das Agens, welches die phosphorige Säure aus dem Phosphor durch Oxydation macht.

Zehn bis zwölf Stückchen Phosphor werden, ein jedes in ein auf die gedachte Weise vorbereitetes Röhrchen gebracht und diese Röhrchen in einen Glastrichter gelegt, dergestalt, daß sie mit den Spitzen in der Tiefe des Trichters zusammen kommen, mit den weiten Oeffnungen aber oben heraus sehen, wie Fig. 352 dieses zeigt. Den Trichter stellt man in eine Flasche, in welcher etwas Wasser enthalten ist; sie wird auf einen Teller

unter eine Glasglocke gebracht, die oben offen ist und wird nun sich selbst überlassen. Die Operation währt mehrere Tage lang, in welcher Zeit der

Fig. 352.

Phosphor langsam oxydirt, der weiße Rauch aus jedem Röhrchen versinkt durch den Trichter und andere, sauerstoffreiche Luft zieht nach. Bedeckt aber muß der Trichter durch eine Glocke sein, weil sonst der Luftwechsel zu stark wird und eine Entzündung des Phosphors entstehen könnte, hauptsächlich aber durch die Bewegung der Luft um den Trichter her die eben gebildete phosphorige Säure entführt werden würde, statt daß sie in dem Trichter und aus diesem in die Flasche hinab fließen soll.

In einigen Tagen hat man die Flüssigkeit in der Flasche ziemlich gesättigt mit phosphoriger Säure, allein ein Uebelstand ist hierbei nicht wohl zu vermeiden, der nämlich, daß sich die phosphorige Säure nicht gleich nach ihrer Bildung theilweise mit noch mehr Sauerstoff aus der Luft verbinde und sich also etwas davon zur Phosphorsäure oxydire. Die Versuche, dieses abzuschneiden sind nicht gelungen, wenigstens war ein Anfüllen der Flasche mit Kohlensäure, durch welche die niederfließende phosphorige Säure nicht oxydirt wurde, keineswegs genügend die fernere Oxydation zu verhindern. Diese Mengung zweier Säuren hielt man in früheren Zeiten für eine besondere Oxydationsstufe des Phosphors und nannte sie Unterphosphorsäure; der Irrthum ist jedoch erkannt worden und es ist auch gelungen die phosphorige Säure ganz rein und frei von Beimischungen einer anderen Phosphorverbindung zu erhalten.

Es existiren zwei Verbindungen des Phosphors mit dem Chlor, die eine ist flüssig (Phosphorsuperchlorür), die andere ist fest (Phosphorsuperchlorid). Man nimmt die erstere (welche bei einer Schwere von 1,65, also beinahe wie concentrirte Schwefelsäure, doch dünnflüssig wie Weingeist ist) und gießt in ein Becherglas, zur Hälfte mit Wasser gefüllt, ein klein wenig dieser Flüssigkeit, welche sogleich darin zu Boden sinkt, wegen ihrer vom Wasser verschiedenen Strahlenbrechung doch deutlich unterschieden werden kann, obwohl sie so hell und durchsichtig und farblos ist wie Wasser.

Es entsteht zwischen den beiden Flüssigkeiten sofort eine sehr lebhafte Thätigkeit, Wasser und Chlorphosphor zersetzen einander. Wasser HO und Chlorphosphor Cl_3P in dem Verhältniß von 3 zu 1 zusammengebracht (3 Theile Wasser und 1 Th. Chlorphosphor) geben PO_3 und $3HCl$.

Man darf übrigens die Verbindung nicht so machen, daß man allen Chlorphosphor mit dreimal so viel Wasser vermischt, dies würde eine so stürmische Reaction und eine so gewaltige Erhitzung geben, daß wahrscheinlich

Digitized by Google

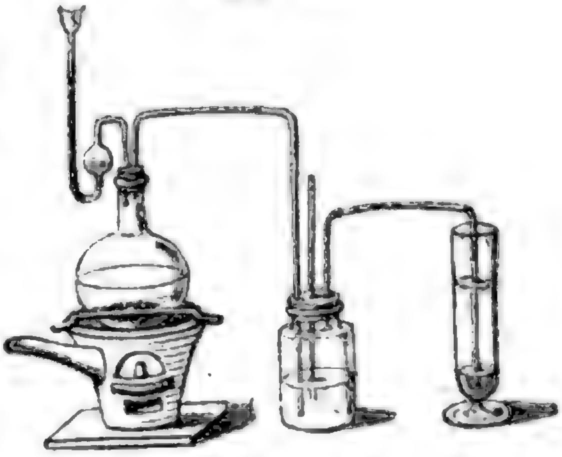
Alles zersprengt und auseinander geworfen werden würde; man nimmt ganz kleine Portionen des Chlorphosphors auf hundertmal so viel Wasser, dann wird dieselbe Portion zugesetzt und so fortgefahren, bis das oben gedachte Verhältniß erreicht ist, und selbst bei solch einem behutsamen Vorgehen muß man noch die Zeit in Rechnung bringen, langsam verfahren und sobald man eine Erwärmung bemerkt, das Glas von außen abkühlen, oder, noch besser, es von vornherein in kaltes Wasser setzen.

Ist endlich das verlangte Verhältniß erreicht, auch die gegenseitige Auflösung durch wiederholtes Umrühren befördert und vollständig gemacht, so kann man zur Trennung der neu entstandenen Chlorwasserstoffsäure und der phosphorigen Säure schreiten, was durch Kochen bewerkstelligt wird. Die Chlorwasserstoffsäure entweicht und die phosphorige Säure bleibt in syrupsdicker Consistenz zurück, und wenn man die Abdampfung ohne Wärme, im luftleeren Raum über geglühter Pottasche fortsetzt, so entweicht (wohl verstanden, nachdem alles Chlor verjagt worden) nunmehr Wasser, und es schießen aus der, immer gesättigter werdenden Lösung Krystalle eines Hydrats phosphoriger Säure an, die in ihrer Zusammensetzung genau der angeführten Formel entsprechen $PO_3 + 3HO$.

Die Säure ist eine der schwächsten, die es giebt, sie wird schon durch fortgesetzte Abdampfung zerlegt, indem sich Wasserstoff sowohl als auch Phosphorwasserstoff entwickelt, welcher letztere sich in der Luft über dem Kochgefäße sogleich freiwillig entzündet. Das Wasser und die Säure zersetzen sich gleichzeitig, in dem Gefäß bleibt zurück Phosphorsäure mit Wasser durch Parthien unzersetzter phosphoriger Säure verunreinigt.

Man kann, wenn es darauf ankommt, diese Säure so gewinnen, daß man gleichzeitig Chlorphosphor bildet und ihn sich zersetzen läßt. Es geschieht dieses folgendermaßen. Der Ballon, den wir Fig. 353 sehen, dient zur Erzeugung von Chlor auf eine der uns bereits bekannten Arten. Man läßt das grüngelbe Gas durch eine doppelt gebogene Gasentwickelungsröhre in eine Mittelflasche steigen, in welche etwas Wasser vorgeschlagen ist, welches zwar Chlor absorbirt, jedoch zur Reinigung desselben von Dämpfen der gebrauchten Säure nöthig ist. Was nun durch das Wasser hindurch streicht, ist Chlor und kann weiter geleitet werden, wozu das zweite doppelt gebogene Rohr dient.

Fig. 353.



Um den Chlorphosphor zu bilden, bringt man in einen Cylinder eine solche Menge Phosphor, daß derselbe geschmolzen einige Zoll hoch steht.

Er ist natürlich mit Wasser bedeckt und wird auf circa 50° erhalten, um geschmolzen zu bleiben.

Durch das Wasser führt man die zweite Gasentwickelungsröhre so weit als thunlich in den Phosphor hinab und läßt dann die Operation der Entwickelung langsam vor sich gehen. Sobald nun eine Blase Chlor in den Phosphor gelangt, verbindet sie sich mit demselben zu Chlorphosphor, sobald dieser aber zu dem Wasser gelangt wird er von demselben zersetzt, es ist hier also sowohl die Entstehung des einen als des andern Körpers (der phosphorigen Säure) gleich neben einander und es könnte demnach dieser Weg als der einfachste zur Gewinnung der phosphorigen Säure bezeichnet werden, wenn nicht viel Chlor unverbunden durch den Phosphor in das Wasser ginge, wodurch von dem Augenblicke an, wo phosphorige Säure sich in demselben befindet, diese theilweise in Phosphorsäure verwandelt wird, man also durch dieses Verfahren, welches Droguet erfunden hat, ein unreines Product erhält. Es ist so unsicher, daß, obschon die Erfindung eine französische ist, doch Regnault und Fremy davor warnen.

Unterphosphorige Säure PO.

Die Zusammensetzung dieser, im Jahre 1826 von dem französischen Chemiker Dulony entdeckte Säure war lange zweifelhaft, bis Heinr. Rose, einer der größten Analytiker unserer Zeit, dieselbe kennen lehrte. Während man sonst zwischen PO_2 oder P_2O_3 und anderen Verhältnissen schwankte, gelang es dem Deutschen darzuthun, daß sie aus gleichen Aequivalenten Phosphor und Sauerstoff bestehe (PO) und es haben die sorgfältigsten Untersuchungen der unterphosphorsauren Salze hierin bis jetzt noch nichts geändert.

Um die Säure zu bereiten, muß man sich zuvörderst ein Salz derselben verschaffen, dies ist jedoch durchaus nicht schwierig. Man kocht Phosphor in einer Auflösung von caustischem Baryt oder von Kalk, eben so von Kali oder Natron, bis der Phosphor völlig verschwunden ist. Kali und Natron wendet man nicht gern an, weil der Ueberschuß der Base (Kali oder Natron) nicht so leicht zu entfernen ist, mit dem Aetzbaryt geht aber die Sache am leichtesten, weil er und Schwefelsäure in einem so auffallenden Grade in feinster Vertheilung noch auf einander wirken und sich mit einander verbinden.

Der unterphosphorsaure Baryt wird ganz einfach auf die angegebene

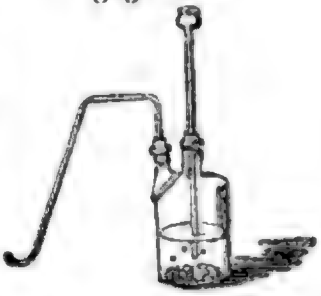
Weise bereitet, man kocht Phosphor mit caustischem Baryt und Wasser, wodurch ein Theil dieses letzteren zersetzt wird, der Wasserstoff geht mit dem Phosphor eine Verbindung ein, welche gasförmig entweicht und sich an der Luft (aus der Auflösung heraustretend) sofort entzündet. Der Sauerstoff wird mit einem anderen Antheil Phosphor zu unterphosphoriger Säure und diese findet in dem vorhandenen Aetzbaryt sofort einen Gegenstand, mit welchem sie sich verbinden kann und in dem übrigen Wasser ein Lösungsmittel für das neu entstandene Salz.

Ganz auf derselben Weise würde sich, wenn man Kalkmilch anwendete (caustischer Kalk mit Wasser angerührt), ein unterphosphorigsaures Kalksalz bilden.

Nachdem die Operation beendet und aller Phosphor aufgelöst worden, muß man den Aetzbaryt entfernen, welcher stets im Ueberschuß vorhanden war, zu diesem Behuf leitet man Kohlensäure in die Auflösung.

Diese letztere wird auf die leichteste Weise bereitet, indem man in eine tubulirte Glasflasche etwas Marmor oder Kreide oder irgend welchen gewöhnlichen rohen (ungeglühten) Kalk in kleinen Bröckelchen bringt, Wasser darauf gießt und nun in die eine Tubulatur eine Gasentwickelungsröhre, in die andere aber einen Trichter mit langem Rohre setzt, welches bis in das Wasser hinunter reicht. Es ist dieses nothwendig, weil sonst bei der vorzunehmenden Gasentwickelung Gas aus dieser Röhre entweichen würde, was man vermeidet, dadurch, daß man sie in das Wasser, welches den Kalk bedeckt, reichen läßt.

Fig. 354.

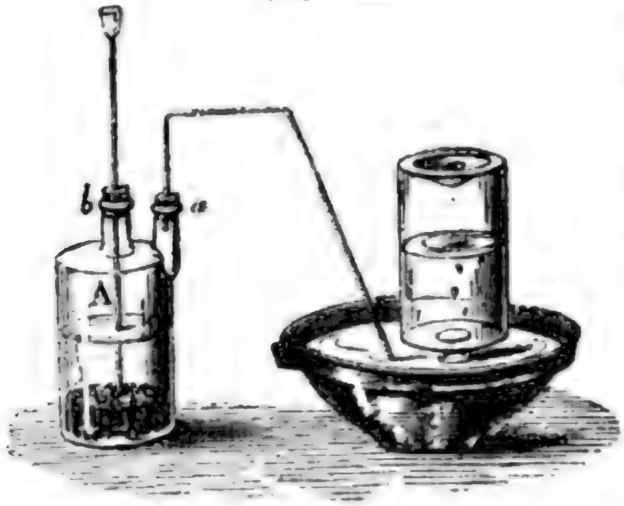


Ist Alles bis zu diesem Punkte gediehen, so gießt man durch den Trichter etwas englische Schwefelsäure zu dem Kalk und dem Wasser, alsbald entsteht eine tumultuarische Bewegung in der Flüssigkeit, die verdünnte Schwefelsäure bemächtigt sich des Kalkes und verwandelt ihn in Gyps, wobei sie die Kohlensäure austreibt. Diese steigt in unzähligen Blasen auf und erfüllt die Flasche, aus der sie zuvörderst die darin enthaltene Luft verjagt und sich ganz in Besitz des vorhandenen Raumes setzt.

Sobald man hiervon die Ueberzeugung erlangt hat, kann man die luftförmige Säure weiter leiten oder auffangen, zu dem letzteren dienen gewöhnlich Flaschen, welche man, mit Wasser gefüllt, umgekehrt in eine mit Wasser versehene Schüssel oder eine pneumatische Wanne stellt. Fig. 355 zeigt in A die Flasche zur Entwickelung von Kohlensäure. Durch die Oeffnung b gießt man Schwefelsäure ein, durch die Oeffnung a entweicht die aus dem Kalk verjagte Kohlensäure; sie wird durch das Rohr unter das Wasser geführt, die Mündung liegt gerade unter der Oeffnung der umge-

kehrten Flasche, und in diese hinein steigt Blase für Blase, das Wasser daraus vertreibend und sich an dessen Stelle setzend.

Fig. 355.



Eine solche mit Kohlensäure gefüllte Flasche bewahrt man, mit dem Stöpsel nach unten gekehrt, zum Gebrauch auf und wenn man die Kohlensäure anwenden will, so vertauscht man den Kork mit einem solchen, der die beiden Röhren, die für die Einfüllung von Säuren und für die Austreibung von Gas, in sich vereinigt. Der Kork ist zweimal durchbohrt und die beiden Röhren a und b, welche bei Fig. 355 in den beiden Tubulaturen stecken, sind hier in der einen welche jede gewöhnliche Flasche hat, in dem Tubulus der ihren Hals bildet, vereinigt.

Statt daß man aber in den Trichter eine Säure gießt, wie es geschieht um Gas zu entwickeln, so gießt man hier nur Wasser hinein, da es sich nur darum handelt das Gas zu vertreiben, und dieses so vertriebene Gas führt man nun in die Lösung von unterphosphorigsaurem Baryt und Aetzbaryt, um den letzteren in kohlensauren Baryt zu verwandeln. Man kann begreiflicher Weise auch Kohlensäure direct aus der Gasentbindungsflasche in die gedachte Lösung bringen, denn der angegebene Weg ist ein Umweg, allein er ist es doch nur scheinbar. Solche Gase nämlich, wie Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlensäure &c. hat der Chemiker gewöhnlich vorräthig. Die bisherige Anleitung lehrt das Gas bereiten und direct anwenden, aber sie lehrt auch das schon bereitete, im Keller verwahrte Gas sofort anwenden, ohne Dazwischenkunft eines neuen Experiments zu der einfachen Bereitung der gedachten Lösung der beiden Salze.

Fig. 356.

Hat man die Bereitung des unterphosphorigsauren Baryts bis hierher geleitet, so wird derselbe nun abgedampft, was entweder in einer offenen Schale und im Wasserbade geschieht, wie man es mit kleinen Quantitäten zu machen pflegt, wo man dann die Weingeistlampe anwendet, wie Figur 356 zeigt, oder was bei größeren Massen über gewöhnlichem Feuer bewerkstelligt wird.

Man kann die Abdampfung fortsetzen bis die Flüssigkeit syrupsdick

Digitized by Google

geworden, ohne daß eine Zersetzung eintritt und man erhält noch vor dieser Consistenz Krystalle des Salzes, welche man ausscheiden kann, gewöhnlich aber schlägt man nicht diesen Weg ein, sondern man scheidet aus der Lösung des unterphosphorigsauren Baryts und des kohlensauren Baryts den Baryt dadurch, daß man Schwefelsäure zusetzt, welche sich mit dem letzteren verbindet. Schwefelsaurer Baryt aber ist nicht löslich in Wasser, er bildet eine Trübung der Flüssigkeit, welche nach und nach zum Niederschlage wird. Mit Behutsamkeit, zuletzt nur tropfenweise die Schwefelsäure zusetzend, gelingt es den Baryt ganz auszuscheiden. Hat derselbe sich niedergeschlagen, so gießt man die klare Flüssigkeit, welche die Lösung des Hydrats der unterphosphorigen Säure enthält, davon ab und kann mit ihr weiter verfahren, um die Säure in consistenterem Zustande zu gewinnen. Dies geschieht zuvörderst wieder durch Abdampfung, aber man darf nun die Erwärmung nicht zu weit treiben, weil sich sonst die Säure zersetzt: sehr bald riecht sie stark nach Phosphorwasserstoffgas (welches sich bildet, jedoch nicht von selbst entzündet). In dem Augenblick wo man diesen Geruch bemerkt muß man, nicht um einer Gefahr willen, wohl aber weil sich bei fernerem Erwärmen die Säure zersetzt, damit aufhören und die Abdampfung ohne Temperaturerhöhung in luftverdünntem Raume vornehmen.

Die hier erhaltene syrupsdicke Flüssigkeit ist das immer noch mit Wasser verdünnte Hydrat der unterphosphorigen Säure. Sie schmeckt äußerst sauer und hat eine auffallende Neigung sich mit mehr Sauerstoff, wie derselbe ihr dargeboten werden möge, zu verbinden (sie ist eine sehr kräftig desoxydirende Substanz), das heißt, sie raubt den ihr dargebotenen oxydirten Körpern den Sauerstoff um sich damit zu einer höheren Säuerungsstufe des Phosphors zu verbinden. Metalle in einer Säure gelöst (d. h. erst in Oxyde verwandelt, dann durch die Säure zu Salzen gemacht und so aufgelöst, was alles in einer Operation und unmitttelbar hinter einander geschieht) werden durch die unterphosphorige Säure metallisch niedergeschlagen, ja sie desoxydirt sogar Schwefelsäure, macht sie theilweise zu schwefliger Säure und fällt daraus den Schwefel in Substanz.

Phosphoroxyd P^2O.

Wir haben anfangs dieses Abschnittes gesehen, daß wenn man Phosphor in einem Schälchen an freier Luft verbrennen läßt, sich zwar häufig weiße Dämpfe der Phosphorsäure bilden, doch keineswegs alles verbrennt, sondern in dem Schälchen etwas übrig bleibt, ein Rückstand von Phosphor,

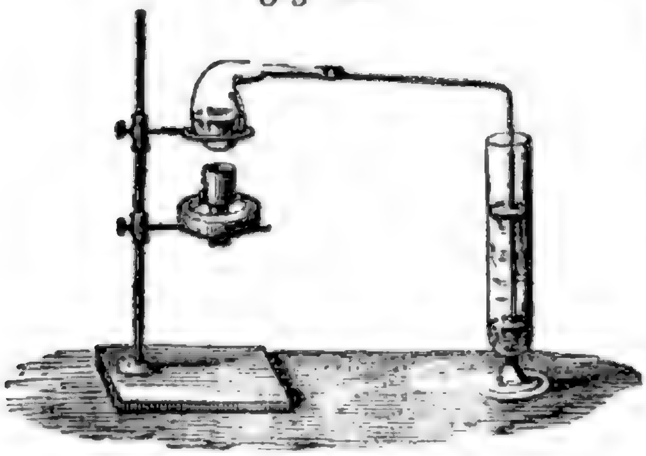
der eine rothe Farbe angenommen hat. Dieses ist Phosphoroxyd, eine Verbindung des Phosphors mit dem Sauerstoff, welche weniger Sauerstoff enthält als die unterphosphorige Säure. Allein es ist nur wenig was man so erhält und es ist immer mit anderen Oxydationsstufen des Phosphors gemengt.

Ganz läßt sich dieser Uebelstand nicht vermeiden, man bekommt das Phosphoroxyd jedoch reiner und in viel größerer Menge auf folgende Weise.

In einen Cylinder, mit einem breiten Fuße versehen, bringt man Phosphor, auf welchen man Wasser von solcher Temperatur gießt, daß derselbe darin schmilzt. Da viel von der Wärme des Wassers an das Glas und von da an die Luft, ferner durch Verdampfung verloren geht, so genügt natürlich die Schmelzhitze des Phosphors von 40 Grad nicht, man muß die Temperatur nach und nach auf 60 Grad erhöhen und muß sogar das sich abkühlende Wasser fortschaffen und durch höher temperirtes ersetzen, wenn die Operation ausgesetzt wird.

Unten des Cylinders wird ein Gestell zu einer Berzeliuslampe aufgesetzt und über dieser befindet sich eine kleine Retorte mit rothem Quecksilberoxyd, aus welchem man durch bloße Erhitzung den Sauerstoff vertreiben kann, den man auf diesem Wege stets am reinsten erhält (S. Zimmermann's Chemie für Laien, I., S. 143 und 144), das so gewonnene Gas wird nun direct in den geschmolzenen Phosphor geführt, indem eine lange, in ein Knie gebogene Glasröhre von der Retorte durch das Wasser hindurch bis in den Phosphor reicht.

Fig. 357.



Hier tritt wieder derselbe Fall ein, von welchem vorhin bei Anwendung der Kohlensäure gesprochen worden ist; man kann die Entwickelung des Sauerstoffs mit der Erzeugung von Phosphoroxyd verbinden, allein man kann auch das Sauerstoffgas vorher bereitet, in einer großen Flasche, in einem Gasbehälter aufbewahrt haben und das bereits fertige bloß anwenden.

Es ist von Wichtigkeit beides nach Belieben in seiner Gewalt zu haben, hier ist aber von Wichtigkeit, daß man nicht genöthigt sei, die Aufmerksamkeit, welche die nicht ganz gefahrlose Erzeugung von Phosphoroxyd erfordert, auch noch zu theilen, indem die Erzeugung des Sauerstoffgases diese gleichfalls fordert. Zudem ist die Entwickelung des Gases bei weitem nicht so sicher zu regeln, als die Zuführung des schon fertigen Gases aus einem Gasbehälter und so thut man denn besser, man setzt an

die Stelle der in Fig. 357 gegebenen Retorte und der Lampe, ein Gasometer und führt aus diesem das Rohr in den geschmolzenen Phosphor, da man dann durch Oeffnen und Schließen des Hahns, die Gasblasen einzeln oder continuirlich und durch Vermehrung der Wassermasse oben in dem offenen Gefäß den Strom lebhafter und stärker machen kann, ganz nach Bedarf und Belieben.

Sobald eine Blase Sauerstoffgas in den geschmolzenen Phosphor gelangt, entzündet derselbe sich und brennt unter Wasser mit lebhafter Flamme, welches ein eigenthümliches befremdendes Schauspiel giebt, welches jedoch ganz natürlich ist; Phosphor würde überall brennen, wo er die dazu nöthigen Bedingungen vorfindet, sobald er einmal bis zum Schmelzen erhitzt ist. Das Wasser hindert das Brennen, weil es den Sauerstoff abschneidet — führt man unter dem Wasser aber diesem so leicht verbrennbaren Phosphor den nöthigen Sauerstoff zu, so brennt er unter Wasser so lange Sauerstoff in Gasgestalt vorhanden ist, sobald die Gasblase verzehrt ist, hört natürlich auch die Flamme auf, allein sie beginnt eben so natürlich wieder in dem Augenblick, in welchem eine neue Sauerstoffgasblase dazu tritt oder die Flamme wird continuirlich sobald der Strom anhaltend ist.

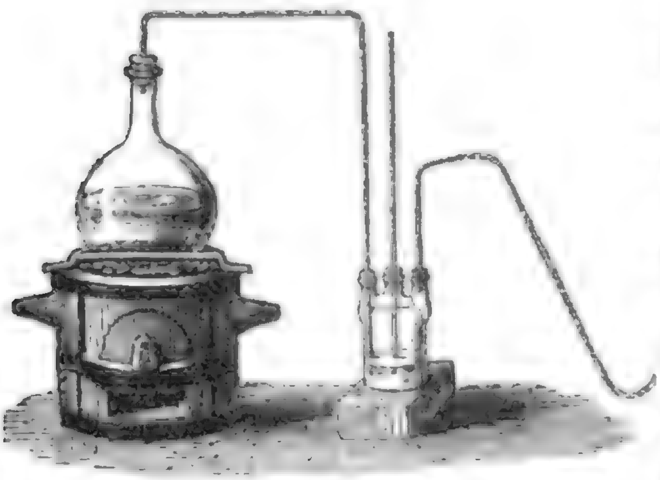
Es bildet sich nun durch diese Verbrennung Phosphorsäure, welche sofort in Wasser aufgelöst wird, es bildet sich aber auch Phosphoroxyd von demjenigen Phosphor, welcher bei dem Verbrennungsprozeß nicht lange genug mit dem Sauerstoff in Berührung war, um sich als Säure zu oxydiren. Dieses Phosphoroxyd schwimmt ungelöst in rothen Flocken in dem Wasser oder der Lösung von Phosphorsäure und wird durch das Filtrum davon geschieden.

Eine Unbequemlichkeit hat diese Art der Erzeugung. Das Glasrohr welches in den Phosphor gesenkt ist, um demselben Sauerstoffgas zuzuführen, springt meistentheils bei dem Versuche kurz ab. Es befindet sich nämlich einen Augenblick, ja wenn der Gasstrom nicht unterbrochen wird, minutenlang in der Hitze, welche durch Phosphor im Sauerstoffgas verbrennend erzeugt wird. Diese Temperatur ist sehr hoch, das Glas könnte dabei glühend werden und schmelzen — dahin kommt es jedoch nicht, sondern wenn es erhitzt worden und die Flamme erlischt auf eine Secunde, so schlägt das Wasser an die Stelle, kühlt die Röhre folglich ab und an dieser Stelle, bis zu welcher die Erhitzung vorhin gedrungen, springt die Glasröhre jetzt bei der Erkältung ab.

Man hilft sich gewöhnlich dadurch, daß man statt einer Glasröhre eine Röhre von Messing nimmt, allein dies kann sehr leicht eine Verunreinigung des Präparats geben; man kann die Unbequemlichkeit gänzlich vermeiden,

wenn man statt des Cylinders mit lothrechtem Rande ein trichterförmiges Gefäß, ein Kelchglas nimmt, ein gewöhnliches Weinglas mit schräg verlaufenden Seiten, oder für größere Mengen einen tiefen Glasbecher. Mit dieser Form als Gefäß für den Phosphor ist der Uebelstand der Zersprengung der Gasentbindungsröhre sofort beseitigt. Hat man einen Cylinder mit senkrechten Wänden, so muß man eine Glasröhre haben, die, seinen Seiten parallel, grade hinab steigt. Diese Röhre steht bei jeder Gasblase die aus ihrer Mündung getrieben wird (und sich sofort mit dem Phosphor entzündet) mitten im Feuer und muß also stark erhitzt werden. Sind die Wände des Gefäßes schräg, so giebt man auch der Röhre nicht eine vertikale, sondern eine den Wänden des Gefäßes nahezu parallele Richtung und dasselbe kann die Biegung haben, welche das Sförmige Rohr der Fig. 358 hat. Man gewahrt sogleich den Vortheil, der sich aus dieser Stellung ergiebt. Gesetzt in der Mittelflasche wäre Phosphor und aus dem Kolben käme Sauerstoff hinzu, so müßte die Flamme nothwendigerweise das Zuleitungsrohr umgeben — anders ist es mit dem letzten schräg liegenden, aus dem aufwärts gerichteten Schnabel steigt das Gas in den Phosphor und verläßt sofort diese Mündung der Röhre um aufsteigend mit dem Phosphor zu verbrennen. Nun beginnt die Verbrennung allerdings schon in dem Augenblick wo die Luftblase sich an der Mündung der Röhre zeigt, allein das Moment bis zur Entfernung, zur Ablösung der brennenden Blase ist doch von so geringfügiger Dauer, daß eine Erhitzung derselben bis zu einem höheren Grade als sie der geschmolzene Phosphor geben kann, nicht eintritt. Mit dieser geringen und zweckmäßigen Veränderung sind mithin alle die gedachten Uebelstände beseitigt.

Fig. 358.



Die Operation wird gewöhnlich fortgesetzt so lange noch Phosphor vorhanden ist, dann schreitet man zur Trennung der verschiedenen Substanzen. Die Phosphorsäure wird, wie bereits bemerkt, in der Flüssigkeit gelöst gehalten, wird abgegossen, der Rest wird filtrirt und auf dem Papier bleibt das rothe Oxyd zurück.

Dieses aber ist noch mit Phosphor vermischt, welcher beim Aufflammen der Blasen in kleinen Partikeln mitgerissen, unverändert auf dem Filtrum liegen bleibt. Man entfernt ihn nach vorherigem Waschen des Oxydes auf dem Filtrum mit reinem Wasser, um die anhängende Phosphorsäure

zu beseitigen, durch irgend ein Auflösungsmittel des Phosphors, z. B. durch Schwefelkohlenstoff, den man zur Hälfte mit absolutem Alkohol versetzt. Das Gemisch von Phosphor und Phosphoroxyd wird mit diesem Gemisch von Flüssigkeiten eine Minute lang geschüttelt, nach kurzer Ruhe abgegossen, nochmals wird eine neue Portion aufgegossen, gleichfalls eine Minute lang geschüttelt, wieder abgegossen und endlich bringt man den Rest auf ein Filtrum, auf welchem man ihn zuvörderst mit Alkohol und dann mit Wasser auswäscht.

Nunmehr ist der Phosphor so entfernt, wie vorher die Säure, und es bleibt ein rothes Pulver zurück, das verlangte Phosphoroxyd, welches zerrieben aus der rothen Farbe in eine hochgelbe übergeht. Es hat weder Geruch noch Geschmack, kann im Wasserstoffgase bis zu 300 Grad erwärmt werden, ohne sich zu zersetzen, bei höherer Temperatur aber, zwischen 350 und 400 Grad, sublimirt Phosphor davon und was zurückbleibt ist eine höhere Oxydationsstufe, nämlich der ganze vorhandene Sauerstoff mit einem Zehntel des vorhanden gewesenen Phosphors, welche sich zu Phosphorsäure vereinigen. Erhitzt man dieses Oxyd an trockner Luft, so entzündet es sich, wahrscheinlich aber nicht bei einer niedrigeren Temperatur als derjenigen, die zu seiner Zersetzung erforderlich ist.

Wie aus den Mitteln zu seiner Reinigung hervorgeht, so ist es in Schwefelkohlenstoff, Alkohol und Wasser, so wie in der Phosphorsäure nicht löslich, auch Aether und Oele lösen es nicht auf, an feuchter Luft verwandelt es sich langsam, es oxydirt zu einer höheren Stufe, aber ohne dabei zu leuchten.

Dieses Phosphoroxyd mit seinen vielen negativen Eigenschaften wird doch sehr kräftig wirksam, wenn es mit Phosphor gemischt ist. Ein Zusatz von kaum einem Zwanzigstel desselben zu Phosphor macht diesen bei weitem entzündlicher als er war. In den Fabriken von Chemikalien erhält man oft einen solchen ungewöhnlich leicht entzündlichen Phosphor, welcher nur dadurch entstanden ist, daß man alte Phosphorrückstände, die in schlecht verschlossenen Flaschen aufbewahrt worden, mit frisch bereitetem Phosphor zusammenschmilzt, um die Reste noch zu verwerthen. Dieser alte Phosphor ist oxydirt und übt solchen Einfluß auf den neuen. Er unterscheidet sich von ganz reinem durch Undurchsichtigkeit, indeß der gute, gar nicht oxydirte wachsähnlich durchscheinend sein muß.

Phosphor und Wasserstoff.

Diese beiden Körper bilden drei Verbindungen mit einander, von denen die an Wasserstoff reichste luftförmig ist, die andere flüssig und die an Wasserstoff ärmste fest, man unterscheidet sie durch die Bezeichnung ihres Aggregatzustandes, nennt daher die erste Phosphorwasserstoffgas, die andere und dritte flüssigen und festen Phosphorwasserstoff.

Phosphorwasserstoffgas. PH_3.

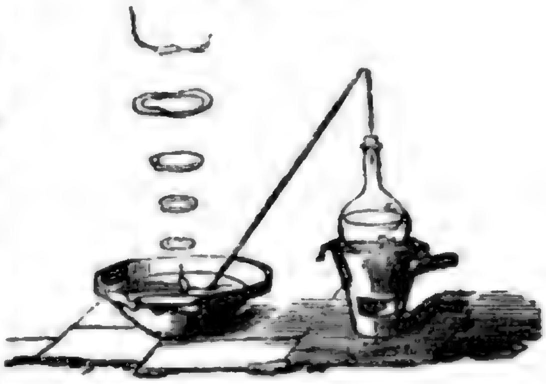
Diese eigenthümliche Gasart wurde von Gengembre, einem französischen Chemiker, schon im Jahre 1783 entdeckt, indem er Phosphor mit einer Auflösung von Pottasche kochte und dabei wahrnahm, daß die aufsteigenden Gasblasen sich von selbst entzündeten, so wie sie an die Luft traten. Der Gegenstand war so neu und so auffallend, daß sich daran die wunderlichsten Ansichten knüpften, um so mehr, als gerade in dieser Zeit der Kampf zwischen der Stahl'schen und der Lavoisier'schen Ansicht über Sauerstoff und Phlogiston begann.

Bald nach Gengembre trat H. Davy mit einer Gasart, welche Phosphor und Wasserstoff enthielt und nicht von selbst entzündlich war, auf. Der Gegenstand blieb sehr dunkel und das entzündliche Gas wurde in den Lehrsälen der Chemie selbst in den zwanziger Jahren noch als eine unterhaltende Curiosität gezeigt, bis es endlich unserem berühmten Landsmann Heinrich Rose gelang das Dunkel aufzuklären, welches darüber schwebte. Er bewies, daß die beiden Gasarten identisch seien, und daß ihr verschiedenes Verhalten gegen die atmosphärische Luft dem des gewöhnlichen und des amorphen Phosphors entsprechend, lediglich von der verschiedenen Anordnung der kleinsten Theilchen herrühren, er bewies ferner, daß Phosphorwasserstoff eine dem Ammoniak ganz analoge Verbindung sei, in welcher statt des Stickstoffs, Phosphor mit dem Wasserstoff verbunden sei. Pelouze kennt zwar Rose's Verdienst in dieser Hinsicht, daß aber ein Franzose erst dazu kommen mußte, um der Sache auf den Grund zu gehen, versteht sich von selbst, und so ist es denn Paul Thenard, welcher gezeigt hat, daß die beiden Gasarten, die entzündliche und die unentzündliche, identisch sind, und daß die Entzündlichkeit der einen von den Dämpfen einer zweiten, der flüchtigen Wasserstoffverbindung herrühre, womit, wenn es wahr wäre, er gerade bewiesen hätte, daß diese beiden identischen Gasarten nicht

identisch wären, sondern daß die eine derselben ein Gemenge von zwei verschiedenen Gasen sei. Die Rose'sche Ansicht ist durch die sorgfältigste Analyse bestätigt und ist von allen anderen Chemikern als die allein richtige angenommen.

Um das Phosphorwasserstoffgas zu erzeugen, verfährt man auf folgende Weise. In einen Glaskolben bringt man eine gesättigte Kalilauge, füllt ihn damit zu drei Viertheilen (recht vorsichtige Chemiker füllen ihn beinahe ganz an, so daß nur noch der Pfropfen in dem Halse Platz hat) und setzt ihn offen über ein mäßiges Feuer. Man wirft nun einige Stückchen Phosphor in die Flüssigkeit und während diese sich erwärmt, bedeckt sich der Phosphor mit kleinen Blasen, welche sich sammeln, vereinigen und dann aufsteigen. So wie die Flüssigkeit heißer wird, bildet sich mehr des Gases an dem Phosphor und wenn es nunmehr aufsteigt, so entzündet es sich an der Luft. Bald aber ist die geringe Menge Sauerstoff verzehrt, welche in dem oberen Theile des Kölbchens vorhanden war, das sich entwickelnde Gas brennt nicht mehr von selbst an und nun ist es Zeit den Kork aufzusetzen. Thut man es gleich anfangs, so ist immer eine Explosion zu erwarten, denn der Phosphorwasserstoff, welcher sich mit dem Sauerstoff der Luft verbindet, dehnt bei der Erhitzung, in die er durch das Aufflammen geräth, das in dem Kolben enthaltene Gasgemenge so stark und so plötzlich aus, daß der Kolben jederzeit zertrümmert wird.

Fig. 359.



Hat man die nöthige Vorsicht beobachtet, so ist keine Gefahr vorhanden. Man hat einen gut in den Hals des Kolbens passenden Kork durchbohrt und ein Glasrohr hineingesetzt, welches die gewöhnliche S- oder Z förmige Biegung hat, der längere Theil muß abwärts bis in eine Schüssel mit Wasser reichen und die Mündung des Rohrs muß möglichst tief unter der Wasserfläche liegen. Das Rohr darf ferner nicht weit sein, sondern höchstens einen achtel Zoll inneren Durchmesser haben, damit nicht zu viel Gas auf einmal entweichen könne. Die Flamme des Ofens muß auch so geregelt werden, daß nur eine mäßige Gasentwickelung stattfinde.

Hat man Alles bis hierher geordnet und treten nun die Blasen aus dem Rohr in das Wasser, so sieht man dieselben ganz klar und durchsichtig das Wasser durchstreichen, in dem Augenblick aber, wo die Gasblase an die Oberfläche des Wassers kommt und mit der Luft in Berührung tritt, sieht man plötzlich eine flammende Kugel sich bilden, die Flamme aber eben so schnell verschwinden, um einer nachfolgenden Platz zu machen.

Die ausgebrannte Luftblase aber bildet eine ganz eigenthümliche, schwer zu beschreibende Erscheinung. Einige Tabakraucher, welche in der Betrachtung der grauen Wolken und in der verschiedenen Gestaltung derselben eine Unterhaltung finden und nicht gerade immer an das gewöhnlich damit verknüpfte „sic transit gloria mundi" denken, bilden durch plötzliches, kurzes Ausstoßen einer geringen Quantität im Munde aufgesammelten Rauches ringförmige Wölkchen, welche sich durch den erhaltenen Anstoß vom Munde entfernen und dann noch immer ringförmig bleibend, aufsteigen. Solche Ringe von dickem, dunkelgrauem Rauche bilden sich ungekünstelt und ungesucht ganz von selbst beim Aufflammen der Gasblasen. Die Zeichnung vermag dies Schauspiel nur sehr unvollkommen zu geben und die Bewegung welche sie haben, läßt sich gar nicht darstellen; jede Gasblase, so wie sie aus dem Wasser steigend verbrennt, bildet einen compacten kleinen Ring, derselbe schwebt langsam und größer, immer größer werdend empor, allein der Ring steigt nicht bloß, der Rauchstreifen, der ihn bildet, wickelt sich, rollt sich um sich selbst. Man muß sich einen graden Cylinder vorstellen, einen Stock etwa, der sich mit einer gewissen Geschwindigkeit um seine Axe dreht. Nun muß man sich vorstellen, der Stock sei zu einem Ringe gebogen, aber der krumme, der kreisförmig gelegte Stab setze die vorher gehabte Bewegung noch immer fort. Es giebt kein mechanisches Kunstwerk, und wäre es noch so vielfältig und wunderbar zusammengesetzt, welches ein Bild davon geben könnte.

Diese Wolkenringe in ihrer Masse kreisend, heben sich, als Ganzes betrachtet, ruhig von der Wasserfläche ab, steigen auf, werden immer größer, bleiben aber immer zusammenhängende Ringe, deren Masse sich dreht, ohne daß die Ringe sich drehen, und so steigen sie anderthalb bis zwei Fuß auf, bis sie so dünn werden, daß sie in der Luft verschwinden, aber bis zu dem letzten Faden, den man davon sieht, ist noch immer ein Zusammenhang wahrzunehmen, der jedenfalls den Physiker viel mehr befremdet als den Laien, weil dieser nur die Erscheinung überhaupt betrachtet, jener aber in dem festen Zusammenhange der Rauchpartikelchen zu einer so bestimmten Form doch etwas ihm schwer oder gar nicht Erklärliches sieht.

Die Erscheinung an sich ist sehr unterhaltend, die Lichterscheinung aber wird wunderbar schön, wenn man sie im Sauerstoffgas hervorbringt; hier ist das Feuer der einzelnen Blasen von einer so außerordentlichen Klarheit, daß sie das Auge beinahe bis zum Schmerzhaften blendet. Im Dunkeln darf man deswegen das Experiment gar nicht machen; ein ununterbrochenes Leuchten der Art würde das Auge ertragen können, das Sonnenlicht ist, wie begreiflich und wie wir auch bereits berührt haben, viel heller, allein wenn das blendende Licht der im Sauerstoff aufflam-

menden Gasblase in rascher Aufeinanderfolge wechselt mit fast absoluter Finsterniß, so ist der Eindruck so überaus verletzend, daß man denselben keine halbe Minute lang ertragen würde.

Das Experiment im Sauerstoff muß jedoch mit der größten Vorsicht angestellt werden, die Entwickelung des Phosphorwasserstoffgases muß langsam bewerkstelligt werden, die aufsteigenden Gasblasen müssen klein sein. Wenn man dieselben groß werden oder deren mehrere schnell hinter einander in den verschlossenen, mit Sauerstoffgas gefüllten Raum gelangen läßt, so können sehr heftige Explosionen die Folge sein.

Wenn man dieses Gas aufbewahren will, so muß man die Gefäße dazu mit ausgekochtem Wasser füllen, mit solchem, welches alle seine eingeschlossene Luft verloren hat, weil sich sonst diese mit dem Phosphorwasserstoffgas verbinden und eine Explosion der Mischung erzeugen könnte. Will man dieses Gas durch Chlorcalcium trocknen, so darf man dasselbe nicht ohne Weiteres — wie jede andere Gasart — durch die Röhre treiben, weil es sich sonst mit der darin enthaltenen atmosphärischen Luft entzünden würde, sondern man muß die Chlorcalcium- und die zuleitenden Glasröhren vorher mit gewöhnlichem Wasserstoffgas oder mit Kohlensäure füllen, so daß das nunmehr eintretende Phosphorwasserstoffgas keinen Sauerstoff zu verzehren vorfindet.

Die theoretische Ansicht über die Bildung dieses Gases hat sich in zwei Wege gespalten, davon die Franzosen dem einen, die Deutschen dem andern folgen. Regnault sagt darüber: der Phosphor allein zersetzt das Wasser nicht, wenn er sich jedoch in Gesellschaft des Kali in Wasser findet, so ist die Affinität dieser Base zu der unterphosphorigen Säure so groß, daß sie eine gegenseitige Wirkung einleitet, gerade wie die Gegenwart der Schwefelsäure aus dem Wasser Wasserstoff entwickelt, wenn metallisches Zink darin liegt. Ein Theil des Phosphors verbindet sich mit dem Sauerstoff des Wassers zur Bildung von phosphoriger Säure, ein anderer Theil desselben verbindet sich mit dem Wasserstoff zu Phosphorwasserstoff. Die Säure bildet mit dem Kali ein Phosphorsalz, welches aufgelöst bleibt und der Wasserstoff wird entlassen.

Der Vergleich mit dem Zink paßt nicht so recht, weil durch Gegenwart der Schwefelsäure zwar eine Verbindung des Zinks mit dem Sauerstoff ermöglicht und durch die Auflösung ein schwefelsaures Zinksalz gebildet wird, der andere Theil des Wassers aber, der Wasserstoff, doch nicht gleichfalls mit Zink verbunden zu Zinkwasserstoff (analog dem Phosphorwasserstoff), sondern frei und ohne Beimischung entweicht; allein auf solche Kleinigkeit kommt es einem großen Manne nicht an.

Die Ansicht der deutschen Chemiker neigt sich dahin, daß aus der

Verbindung des Phosphors mit dem Kali sich Phosphorkalium bilde, welches aber durch das Wasser unter Entwickelung von Phosphorwasserstoffgas zerlegt wird.

$$2(KaP) + 4P \text{ nebst } 3HO \text{ geben } 3(KaO, PO) \text{ und } PH_3.$$

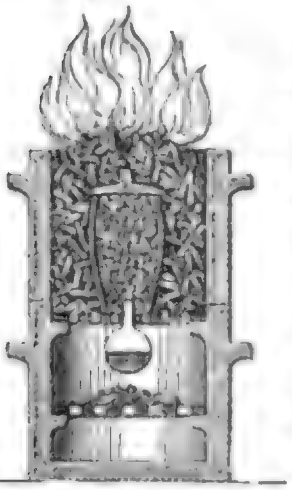
Zwei Antheile Phosphorkalium mit vier Theilen Phosphor und drei Theilen Wasser verbinden sich zu drei unterphosphorigsaurem Kali und Phosphorwasserstoffgas.

Diese Ansicht scheint sich dadurch zu bestätigen, daß das Phosphorwasserstoffgas nicht selten mit gewöhnlichem Wasserstoffgas vermischt ist, indem sich das unterphosphorigsaure Kali bei der Anwesenheit des überflüssigen Kali, mit dem es in der Lösung vereint ist und mit welchem es erhitzt wird, sich in phosphorigsaures oder gar in phosphorsaures Kali auf Kosten des vorhandenen Wassers verwandelt, da dann der Wasserstoff frei wird und sich mit dem Phosphorwasserstoffgas gemengt, erhebt.

Man kann auch statt mit Hülfe des Kali's sich den Phosphorwasserstoff mittelst des Kalkes bereiten. Man macht aus gebranntem Kalk und Wasser eine consistente Kalkmilch, aus welcher man nach dem Erkalten kleine Kügelchen formt und in jedes derselben ein kleines Stückchen Phosphor einschließt. Solche Kügelchen legt man in einen Glaskolben, erhitzt ihn allmählig und gewinnt daraus eben so ein selbst entzündliches Gas, wie aus Phosphor und Kali, allein um diese Kalkverbindung in größerer Menge zu erhalten, verfährt man noch auf eine andere, zweckmäßigere Weise.

Man formt entweder aus gelöschtem Kalk oder aus gewöhnlicher ungebrannter Kreide kleine Cylinder oder Kugeln und füllt damit einen hessischen Schmelztiegel, der einen gut passenden Deckel hat, in dessen unteren Boden aber ein Loch gebohrt ist, groß genug um den Hals eines Glaskolbens aufzunehmen.

Fig. 360.



Der Kolben wird in die Oeffnung des Tiegels eingekittet, indem man ein Lutum von drei Theilen festen Thon, ein Theil Bleiglätte und etwas Salzwasser (Otto) bereitet, und mit diesem sowohl innerhalb als außerhalb des Tiegels den Hals des Kolbens so fest umgiebt, daß derselbe nicht nur gut und sicher darin haftet, sondern daß er zugleich gegen die Wirkung der heftigen Hitze die er zu ertragen hat geschützt wird.

Den Tiegel setzt man in einen gut ziehenden Ofen, welcher mit einem Rost und einem Aschenherd versehen ist (Fig. 360), füllt ihn mit den Kalk- oder Kreidestücken an (wenn sie aus Kalk geformt worden, so müssen sie vorher an der Luft wohl ausgetrocknet sein), umgiebt dann den Tiegel mit Kohle, wie die Fig. zeigt,

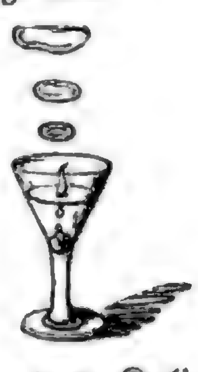
anfangs wenig, dann immer mehr, bis endlich der ganze Tiegel sammt dem Deckel von glühenden Kohlen überschüttet ist und läßt die Gluth so anwachsen, daß der Tiegel und folglich auch der darin enthaltene Kalk weißglühend ist. Sollte bei dem hierzu nöthigen heftigen Zuge durch den Aschenraum der in demselben hängende Kolben mit Phosphor genügend kalt erhalten sein, so wird der Phosphor noch in Stücken innerhalb des Kolbens liegen, dann bringt man ein paar Kohlen darunter, so daß der Phosphor schmilzt und verdampft. Dieses hat zur Folge, daß der glühende Kalk sich mit den Dämpfen verbindet und nun ein Gemenge von Phosphorcalcium und phosphorsaurem Kalk entsteht, indem der aus dem Kalk durch den Phosphor deplacirte Sauerstoff sich mit einem anderen Theile Phosphor zu Phosphorsäure verbindet, welche gleichfalls vom Kalk aufgenommen wird, so daß beide Substanzen in demselben Stücke neben einander bestehen, mit einander gemengt sind.

Ist der Phosphor verdampft, so läßt man die Gluth ausgehen, man bedeckt den Tiegel und die Kohlen mit aufgeschüttetem Sand, der dasselbe bald erstickt und auch die Entwickelung der Phosphordämpfe, welche noch unverbunden sind, verhindert, vor allen Dingen aber die atmosphärische Luft von dem Zutritt zu dem Präparat abschneidet.

In diesem Phosphorkalk hat man nun ein treffliches Mittel, um sich jeden Augenblick ganz ohne Mühe und ohne ein neue Vorbereitungen forderndes Experiment, Phosphorwasserstoffgas in beliebiger Menge zu verschaffen.

Wenn man von diesem Kalk, wie wir so eben gelehrt ihn zu bereiten, ein kleines Stückchen in ein Weinglas mit Wasser wirft (Fig. 361), so entwickeln sich von demselben sofort eine unzählige Menge Bläschen, welche sich in größeren Blasen vereinigen und als solche an die Oberfläche steigen, hier sich entzünden und die gedachten Erscheinungen der sich in sich selbst aufwickelnden und vergrößernden Ringe darbieten.

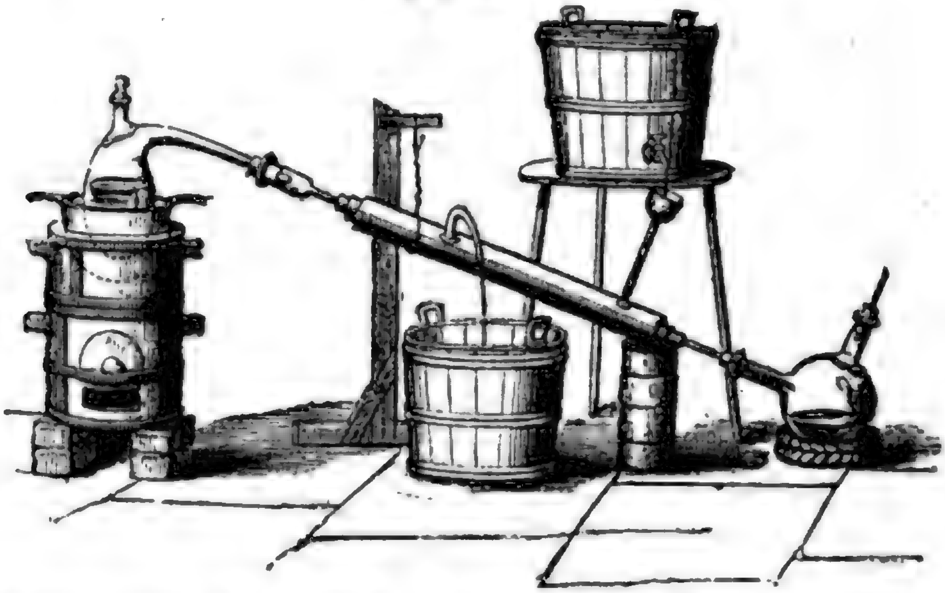
Fig. 361.



Die Modification des Phosphorwasserstoffgases, welches sich nicht an der Luft entzündet (freiwillig) ist ganz einfach dadurch zu erhalten, daß man statt des Wassers zur Auflösung des Kali's Weingeist anwendet. Diese geistige Lösung des Kalihydrats bis zum Kochen erhitzt giebt eine große Menge des Gases aus, und dasselbe — was man eben durch diese Art der Darstellung bezweckt — entzündet sich nicht von selbst an der Luft. Da jedoch gleichzeitig Weingeistdämpfe mit übergehen, so muß man die Operation so vornehmen, wie Fig. 362 zeigt, man läßt die entwickelten Dämpfe und Gase durch ein kalt erhaltenes Rohr zuvörderst in eine tubulirte Vorlage gelangen. In dem Rohr schlägt sich der Weingeist nieder, in der Vorlage sammelt er

sich, aus dieser Vorlage aber geht durch das zweite Rohr (welches unser Figur nicht bis zu seinem Zielpunkt in dem Wassergefäß führt, sondern nu abgebrochen zeigt) das von den Weingeistdämpfen getrennte Phosphor wasserstoffgas weiter und kann man es dann in Blasen aus einer Schüsse empor steigen lassen oder es zur Aufbewahrung in Flaschen leiten, wi man es grade beabsichtigt.

Fig. 362.



Die Operationen mit diesem Gase sind bei weitem weniger gefährlic als mit dem anderen, doch muß man sich vor der Berührung mit der Licht flamme hüten, weil es denn doch leicht entzündlich ist und mit dem Sauer stoff der Luft heftige Explosionen veranlassen kann.

Eigenschaften des Phosphorwasserstoffgases.

Dasselbe hat einen sehr unangenehmen Geruch, welchen man bald mit Knoblauch, bald mit dem faulender Fische vergleicht; es ist jedoch weder eins noch das andere dem wirklichen Geruche, den man besser mit dem kräftigeren Worte bezeichnet, entsprechend, derselbe ist ganz eigner Art und ist für dieses Gas so characteristisch wie der Duft der Rose für diese Blume oder wie der Moschus für diese thierische Secretion.

Das Gas ist völlig farblos, hat ein specifisches Gewicht von 1,18 und ist im Wasser nur in geringer Menge auflöslich, von mehreren Me tallen, die man in hoher Temperatur damit in Verbindung bringt, wird es zersetzt, indem sich Phosphormetalle bilden und Wasserstoffgas frei ent weicht, auch Auflösungen von Metallsalzen werden dadurch reducirt; wir haben bereits oben von der Anwendung des Phosphors hierzu gesprochen, aber auch Phosphorwasserstoffgas kann man auf gleiche Weise benutzen.

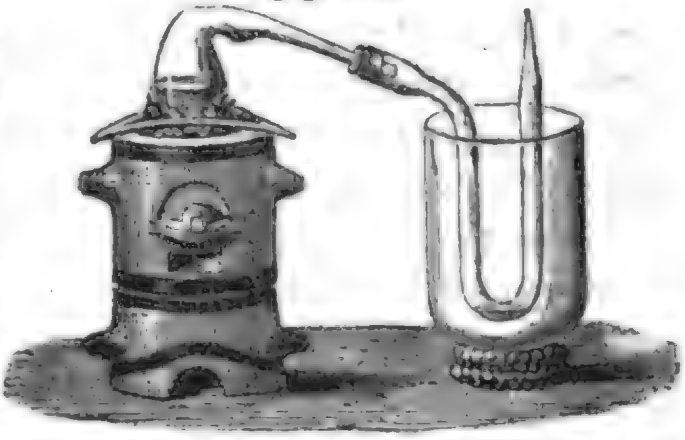
sehr feine Abdrücke in Gips, z. B. Münzabdrücke und Gemmen oder Kameen, ertragen das Einreiben mit Graphit oder Broncepulver nicht, selbst abgesehen davon, daß ein vorheriges unerläßliches Firnissen der Form dieselbe stumpf macht und der eingeriebene Graphit nicht dazu beiträgt, diese Stumpfheit zu verringern. Für solche Fälle überstreicht man die Gipsform mit einem weichen, in salpetersaure Silberlösung getauchten Pinsel, sorgfältig darauf sehend, daß alle Ecken und Vertiefungen mit der Flüssigkeit versehen werden. Der Ueberzug wird so fein, daß er wirklich unmerkbar und unmeßbar ist und doch ist er vorhanden. Man darf eine so behandelte Form in einem Glascylinder oder, wenn sie groß sein sollte, in einem hölzernen Kasten, der Einwirkung des Phosphorwasserstoffgases aussetzen, so reducirt dieses das Salz zum Metall und ein schöner feiner Silberüberzug tritt hervor, den kein Goldarbeiter in ähnlicher Weise herstellen könnte, selbst abgesehen davon, daß er immer das Feuer braucht um zu versilbern oder zu vergolden, was der Gyps nicht zum Besten verträgt.

Schwefelsaures Kupferoxyd absorbirt reines Phosphorwasserstoffgas vollständig, dasselbe wird daher zum Prüfungsmittel auf die Reinheit des Gases, denn es absorbirt andere Gase keineswegs, wenn also Phosphorwasserstoffgas auch noch freies Wasserstoffgas enthielte, so würde dieses bei der Berührung mit einer Auflösung von Kupfervitriol nicht aufgenommen, und so die Unreinheit des Gases und zugleich die Quantität der Beimengung angezeigt werden.

Flüssiger Phosphorwasserstoff. H_2P.

Durch mäßige Erkältung kann man das Phosphorwasserstoffgas eben so zerlegen, wie durch chemische Operationen. Wenn man das gedachte Gas in bedeutender Menge dadurch erzeugt, daß man in eine mit Wasser gefüllte Retorte, Fig. 363, mehrere Stücke Phosphorcalcium wirft und das entwickelte Gas in eine Uförmig gebogene Röhre, die in einer Kältemischung steht, streichen läßt, so scheidet sich flüssiger Phosphorwasserstoff aus dem Gase ab; es sind jedoch einige Bedingungen zu beobachten, ohne welche das Experiment gewöhnlich mißlingen wird. Zuvörderst ist es gut, daß die Retorte tubulirt

Fig. 363.



sei, und daß in dieser Tubulatur ein halbzollweites Glasrohr eingekittet oder luftdicht eingekorkt sei, damit man nicht nöthig habe allen Phosphorkalk auf einmal einzulegen (welches eine zu stürmische Gasentwickelung giebt), sondern denselben in kleinen Stückchen nach und nach zusetzen könne; ferner ist es unerläßlich, daß die Retorte vorher mit Wasserstoffgas oder mit Kohlensäure gefüllt werde; enthält sie nämlich Luft, so entzündet sich das erzeugte Gas innerhalb der Retorte, und da die Entwickelung lebhaft ist, so würde die Retorte gleich beim Beginn der Operation zertrümmert werden.

Wenn nach diesen Vorsichtsmaßregeln die Operation beginnt, so bildet sich in den unteren, kältesten Theilen der gekrümmten Röhre sofort ein Niederschlag, der aus zwei Theilen besteht, aus Wasser, welches gefriert in der Kältemischung und aus einer ähnlichen, gleichfalls farblosen Flüssigkeit, welche jedoch nicht gefriert, es entweicht ferner aus der, in eine Spitze ausgezogenen Uförmigen Röhre Wasserstoffgas, welches zwar noch etwas Phosphor enthält, jedoch keineswegs mehr in dem Grade, daß es freiwillig entzündlich wäre.

Hat man die gekrümmte Röhre vorher dazu vorbereitet, z. B. einen Theil derselben schon an der Gebläselampe eingezogen, so kann man den flüssigen Phosphorwasserstoff in diese Abtheilung bringen, indem man die Röhre neigt, kann die beiden Enden zuschmelzen und man hat alsdann den flüssigen Phosphorwasserstoff in einer Atmosphäre von gewöhnlichem Wasserstoff und kann ihn ohne Gefahr aufbewahren.

Diese Substanz ist sehr flüssig und sehr flüchtig; in dem Augenblick, wo sie mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommt, brennt sie mit lebhafter weißer, hoher Flamme und starkem weißem Rauche auf. Der flüssige Phosphorwasserstoff bricht das Licht so stark wie Schwefelalkohol, gerade weil er höchst brennbar ist; je mehr dies der Fall, desto stärker ist die Lichtbrechungskraft, darum Terpentinöl viel stärker als Wasser, der Diamant viel stärker als Terpentinöl auf das Licht wirkt (er ist reiner Kohlenstoff, vollkommen und ohne Rückstand verbrennlich). Man hat vorgeschlagen von dieser Substanz Brenngläser zu machen, indem man dieselbe in zwei Kugelschalen einschließt — der Vorschlag dürfte sich der großen Gefährlichkeit wegen wohl nicht ausführen lassen.

Man kann die Flüssigkeit bis 10 Grad unter Null erkälten, ohne daß sie erstarrt, bei 40 Grad über Null verflüchtigt sie sich, während sie sich zugleich zersetzt, ihr Kochpunkt ist noch nicht ermittelt, wahrscheinlich auch gar nicht zu erreichen, weil sie sich früher zersetzt als sie kocht.

Das Licht übt gleichfalls einen zersetzenden Einfluß darauf, der flüssige Phosphorwasserstoff verwandelt sich dadurch zum Theil in festen, zum

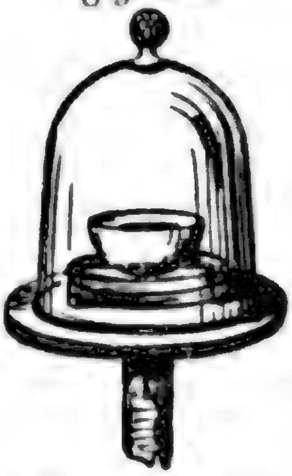
Theil in gasförmigen. Der flüssige Phosphorwasserstoff in geringer Menge dem nicht entzündlichen Phosphorwasserstoffgas oder dem gewöhnlichen reinen Wasserstoffgas zugesetzt, macht beide Gasarten selbst entzündlich. Die Operationen alle, welche man damit vornimmt, sind sehr schwierig, weil die Entzündlichkeit dieses Präparats so außerordentlich groß ist. Seine Zusammensetzung ist doch durch Thenard ermittelt worden, indem er eine kleine Quantität desselben, in einer graduirten Glasröhre über Quecksilber stehend, dem Einfluße der Wärme und des Lichts aussetzte. Er fand, daß 100 Theile flüssiger Phosphorwasserstoff aus 62 Theilen gasförmigem und 38 Theilen festem Phosphorwasserstoff bestehen.

Fester Phosphorwasserstoff. HP_2

So wie das gasförmige Präparat die Quelle des oben gedachten flüssigen ist, so ist es eigentlich auch die des festen, wiewohl es einen Weg giebt, auf welchem man dasselbe auch in größeren Mengen direct darstellen kann.

Heinrich Rose bemerkte, daß, wenn feuchtes Phosphorwasserstoffgas längere Zeit dem Lichte ausgesetzt werde, sich eine gelbe, pulverförmige Substanz daraus abscheide, er bemerkte auch, daß eben diese Substanz sich schon bei der gewöhnlichen Darstellung des Gases in nicht geringer Menge absetze. Die Untersuchung lehrte ihn, daß dieses gelbe Pulver eine eigene, selbstständige Verbindung des Phosphors mit dem Wasserstoff sei. Thenard stellte diese Verbindung dadurch her, daß er Phosphorcalcium mit concentrirter Salzsäure behandelte, das Gefäß, in dem dieses geschah, jedoch mit Wasserstoff füllte, um die atmosphärische Luft auszuschließen, was hierbei eine wesentliche Bedingung ist.

Fig. 364.



Bei dieser Behandlung scheidet sich der gelbe, feste Phosphorwasserstoff ab und setzt sich pulverförmig zu Boden, er wird auf dem Filtrum von der Säure gesondert, mit kaltem Wasser abgewaschen und unter der Glocke der Luftpumpe schnell getrocknet, indem man denselben in ein Schälchen, Fig. 364, bringt, auf einen Dreifuß von Drath und mit diesem auf eine zweite Schale mit Aetzkalk oder mit nordhäuser Schwefelsäure setzt. Beides wird mit der gut schließenden Glocke der Luftpumpe bedeckt und dann wird die Luft ausgezogen. Die Wasserdämpfe erfüllen die Glocke sehr

benutzen könne. Bei ihrem unteren Ende, in der eine Oeffnung gebohrt und in diese wird das N Lampe (die noch nicht für Oel gebraucht worden wir eine solche, ganz von der Form wie sie bei Oelbrennen angewendet wird, die intensive Flam kleinen Kolben a das rothe Quecksilberoxyd bis Sauerstoffgas von demselben geschieden (so daß reducirt wird) soll durch die Röhre b entweiche über Wasser aufgefangen werden. Hierzu reich hier erzielt werden kann, vollständig aus, alle die erhöhte Temperatur auf einen viel größer Fuß lange Röhre ausgedehnt wissen wollen, b solcher Flasche, aber eines anderen Rohres.

Fig. 367.

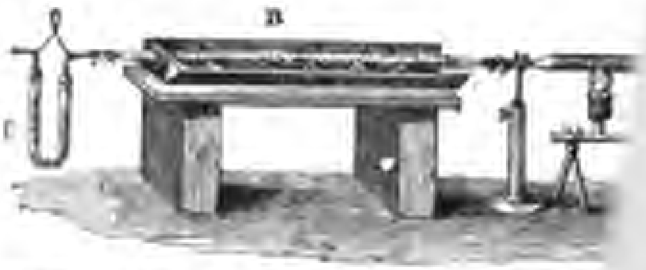
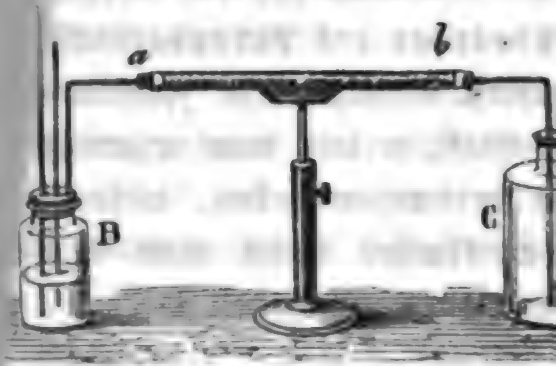


Fig. 367 zeigt eine solche Anordnung dung. Wir sehen rechts von unserem Bil Rohr aus ihr entspringen, welches (natürli Brenner trägt (eben so gut könnten auf derse bis zum Ende der, durch einen Bock gestü theilt sein). Damit nicht zu viel Weingeist aus den Brennern nicht auslaufe ist die F luftdicht verkorkt. Durch den Kork aber röhre, welche bis in den Weingeist weit h nur gerade so viel Luft zuzulassen, daß di Weingeist gespeist werden können. Würde reichen, sondern der Luft freien Zutritt gest was höher steht als die Oeffnungen in d liegen, man könnte die Flasche mithin höch Einrichtung mit dem Glasrohr ermöglicht wäre die Flasche 20 und 30 Fuß hoch Fünftel leichter ist als Wasser, so könnte sein, etwas das natürlich nie eintreten k des Luftdrucks wegen angeführt werden d

Digitized by Google

…iger Chlorphosphor, welche…
…Rohr beinahe bis auf den …

Fig. 369.

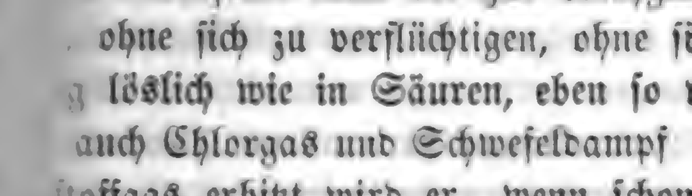


…mmoniak verwandelt.
… doppelter gegenseitiger Wirku…
…h verschiedene Gase daraus und…
…Man fährt mit der Erhitzung fort…
…nation aufhört und man findet i…
…er eben der verlangte Phospho…

… Untersuchungen beinahe so indif…
… Derselbe kann bis zur Rothglü…
… ohne sich zu verflüchtigen, ohne si…
… löslich wie in Säuren, eben so …
… auch Chlorgas und Schwefeldampf …
…stoffgas erhitzt wird er, wenn schon…
…Ammoniak zerlegt, aber es zeigt sich …

… aufschließt, zur Thätigkeit bringt, ist …
…t gemengt, verpufft er, jedoch keines…

Fig. 370.



… mit dem Phosphorstickstoff gemengt in…
…rünem, schwer schmelzbarem Glase, oder …

abgewogenen Quantitäten operire, es ist gleichgültig wie viel es ist, aber man muß genau wissen wie viel es ist. Auf diese Weise hat man gefunden, daß 100 Gewichtstheile Phosphorwasserstoffgas aus 90,18 Theilen Phosphor und 9,82 Theilen Wasserstoff bestehen.

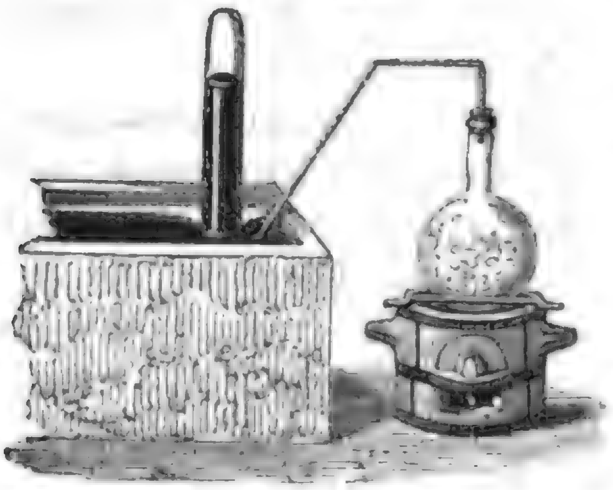
Phosphor und Stickstoff. PN_2.

Von allen den Verbindungen mit Stickstoff, welche wir bisher als so gefährlich kennen gelernt haben, macht der Phosphorstickstoff eine merkwürdige Ausnahme. Derselbe ist nicht gefährlich, nicht explosiv, ihn zu bereiten ist mithin durchaus nicht mit Gefahr verbunden.

Um denselben darzustellen müssen wir allerdings zuerst Chlorphosphor haben, doch wollen wir, um die Ordnung in der Reihenfolge der Elemente nicht zu unterbrechen, annehmen, wir wüßten denselben schon zu bereiten, wie wir dasselbe auf den nächstfolgenden Seiten lernen werden.

Fig. 368 zeigt uns einen Kolben, in welchem sich ein Theil Ammoniaksalz mit zwei Theilen frisch ausgeglühtem Kalk, beides wohl gepulvert und mit einander gemengt befindet. Wenn man dies Gemenge erhitzt, so bildet sich aus dem Kalk und dem Chlor (aus der Salzsäure) Chlorkalk, aus dem Sauerstoff des Kalkes und dem Wasserstoff der Säure Wasser und der Stickstoff des Salmiaks bleibt unverbunden und entweicht mit den Wasserdämpfen. Er kann, wir wir wissen, über Wasser oder über Quecksilber aufgefangen werden. Um aber zu der Darstellung des Phosphorstickstoffs verwandt zu werden, muß man ihn trocken haben, daher wird der Apparat zur Darstellung desselben durch ein Paar eingeschobene Glieder etwas mehr zusammengesetzt, jedoch bleibt er noch immer ganz übersichtlich.

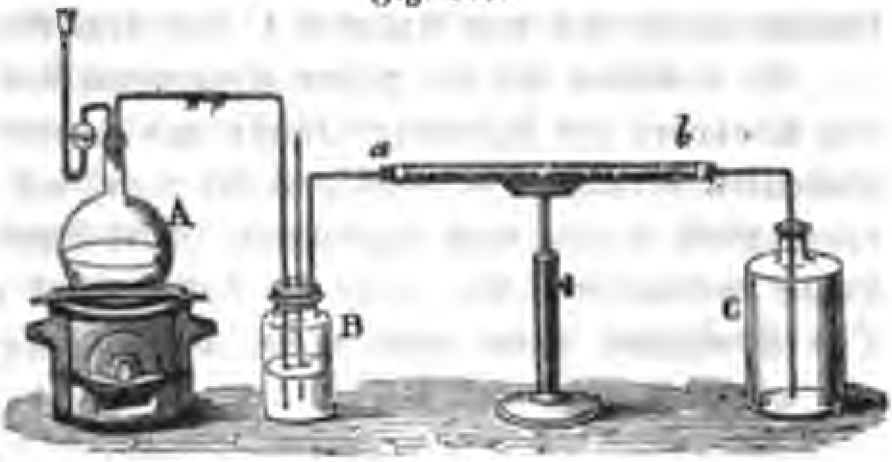
Fig. 368.



A (Fig. 369) ist der Kolben zur Darstellung des Stickstoffgases, das man so oder anders (wie wir im I. Th. bereits beschrieben haben) gewinnen kann. Durch das Gasentwickelungsrohr geht das Gas zuerst in eine Mittelflasche B durch kaltes Wasser, in welchem es den größten Theil seiner Dämpfe absetzt. Was nun aus der Flasche B entweicht, wird durch ein Rohr mit Chlorcalcium ab geführt und gelangt erst aus diesem, nun aber auch vollkommen getrocknet, in die Flasche C.

In dieser Flasche befindet sich flüssiger Chlorphosphor, welcher das eintretende Gas (man gewahrt, daß das Rohr beinahe bis auf den Boden, also tief in die Flüssigkeit hineinreicht) in großer Menge absorbirt.

Fig. 369.



Es bildet sich sehr bald ein weißer, krystallinischer Körper, welcher aus der Flüssigkeit genommen und mit Wasser behandelt, sich in eine Phosphorverbindung mit Ammoniak und in Chlorhydrat von Ammoniak verwandelt.

Wenn man dieses Product mit doppelter gegenseitiger Wirkung in einer Retorte erhitzt, so entwickeln sich verschiedene Gase daraus und eine große Menge Salmiak sublimirt. Man fährt mit der Erhitzung fort, bis die Gasentwickelung und die Sublimation aufhört und man findet in der Retorte einen weißen Rückstand, der eben der verlangte Phosphorstickstoff ist.

Der Körper ist nach Rose's Untersuchungen beinahe so indifferent wie das Stickstoffgas für sich allein. Derselbe kann bis zur Rothglühhitze gebracht werden ohne zu schmelzen, ohne sich zu verflüchtigen, ohne sich zu zersetzen, er ist im Wasser so wenig löslich wie in Säuren, eben so wenig wirken alkalische Lösungen auf ihn, auch Chlorgas und Schwefeldampf lassen ihn unverändert, nur mit Wasserstoffgas erhitzt wird er, wenn schon sehr langsam, unter Entwickelung von Ammoniak zerlegt, aber es zeigt sich dabei weder Wasser noch Salzsäure.

Der einzige Körper, der ihn aufschließt, zur Thätigkeit bringt, ist Salpeter, mit diesem in Pulvergestalt gemengt, verpufft er, jedoch keineswegs in einer Besorgniß erregenden Weise wie Chlorstickstoff oder Jodstickstoff.

Fig. 370.

Will man diesen Körper behufs der chemischen Analyse zerlegen, so geschieht es mittelst des Kupferoxydes welches man pulverisirt und mit dem Phosphorstickstoff gemengt in eine Röhre ab legt, welche von grünem, schwer schmelzbarem Glase, oder wenn

man solches nicht hat, welche gut mit Thon beschlagen ist. Dieselbe befindet sich in dem bereits öfter angeführten flachen eisernen Kasten in glühenden Kohlen und ist mittelst einer gebogenen Glasröhre c d in Verbindung gesetzt mit dem Cylinder C und dem Gefäß V.

Es verbindet sich bei diesem Experiment das Kupfer des Oxydes mit dem Phosphor des Phosphorstickstoffs und es wird der Stickstoff nebst dem Sauerstoff verjagt. In Zahlen findet man, daß von 100 Theilen Phosphorstickstoff, welche man angewendet, 52,54 Theile Phosphor sich mit dem Kupfer verbunden haben, diese 52 Antheile sind gleich einem Aequivalent. Des Stickstoffes findet man 47,46 gleich 2 Aequivalente, die Formel ist also wie oben angegeben PN_2.

Phosphor und Schwefel.

Wir haben dieser Verbindung bereits vorübergehend gedacht, es ist hier der Ort dieselbe genauer zu betrachten. Es giebt verschiedene Verbindungen davon, man erhält sie, wenn man Phosphor und Schwefel zusammenschmilzt, was in einer großen Menge von Verhältnissen geschehen kann, so daß es beinahe den Anschein hat, als wären hier mehrentheils Legirungen vorwaltend und nicht chemisch vereinigte, neu gebildete Körper. Die Verbindungen sind alle leichter entzündlich als der Phosphor allein, deshalb muß man sie immer mit Vorsicht und nur in kleinen Quantitäten machen, und zwar um so mehr, als die Verbindung, so wie sie einmal eingeleitet ist, sich von selbst erhitzt, höher als die Temperatur bei welcher sie eingeleitet wurde.

Man pflegt die Operation unter Wasser vorzunehmen, indem man Phosphor bei möglichst niedriger Temperatur schmilzt und Schwefel in kleinen Antheilen dazu thut, nicht eher wieder Schwefel zusetzend, als bis der zuerst beigegebene aufgenommen ist.

Man kann auf solche Weise eine große Menge Schwefel zu dem Phosphor bringen, ohne daß die Flüssigkeit der Verbindung aufhört, wenn man jedoch das geschmolzene Präparat erkalten läßt, so erstarrt es allerdings und dann zeigt sich, wenn man es nicht aus dem Hergange des Experiments selbst wissen sollte, welcher von beiden Körpern im Ueberschuß vorhanden ist, der Phosphor nämlich oder der Schwefel, der vorwaltende krystallisirt heraus, der Schwefel in so schönen Krystallen, wie man sie nur in den Solfataren des Aetna findet.

Verbindet man die beiden Elemente zu gleichen Aequivalenten (PS), das heißt verbindet man zwei Gewichtstheile Schwefel mit einem Gewichtstheile Phosphor, so erhält man eine Verbindung, welche sehr lange flüssig bleibt, selbst wenn die Temperatur bis auf 5 Grad über Null herab sinkt. Wird es noch kälter, so erstarrt die Flüssigkeit aber ganz, ohne daß eine Neigung zur Krystallisation vorhanden wäre.

Dies ist ungefähr dasjenige, was man vom Phosphor und Schwefel in Verbindung mit einander wußte, bis Berzelius mit einer umfangreichen Arbeit über diesen Gegenstand hervortrat und das darüber schwebende Dunkel aufhellte. Die Thatsachen, welche dieser große Gelehrte darüber feststellte, sind folgende.

Der Phosphor verbindet sich mit dem Schwefel in eben so viele Verbindungen und eben solchen Verhältnissen wie mit dem Sauerstoff. Die unteren Schwefelungsstufen des Phosphors entstehen, gleich den ihnen entsprechenden Sauerstoffverbindungen, durch bloßes Zusammenschmelzen von Phosphor und Schwefel in demjenigen Aggregatzustande, in welchem die Körper allein sich verbinden können, in dem flüssigen. Diese Verbindungen entsprechen in ihren Verhältnissen der unterphosphorigen und der phosphorigen Säure. Es findet bei denselben, die in niedrigen Temperaturen (40 bis 50 Grad) geschlossen werden, keine freiwillige Wärmeentwickelung statt. Wenn man aber zu dem Phosphor mehr Schwefel setzt, als zu einer dieser Verbindungen erforderlich, so entsteht dennoch keine höhere Schwefelungsstufe, etwa der Phosphorsäure als Sauerstoffverbindung entsprechend, sondern der überflüssige Schwefel krystallisirt heraus, scheidet sich aus der Vereinigung, die eine bloße Mengung, ein Zusammenschmelzen war, es bleibt eine der niederen Schwefelungsstufen zurück.

Dagegen lassen sich die höheren Schwefelungsstufen bei weitergehenden Temperaturen bilden, indem der Phosphor in Schwefeldämpfen so gut verbrennt wie in Sauerstoff, es geschieht immer mit Explosion, ist daher sehr gefährlich, giebt aber die verlangten höheren Schwefelungsstufen des Phosphors.

Berzelius Angaben in den Annalen der Chemie und Pharmacie mitgetheilt, sind in möglichster Kürze folgende.

Phosphorsulfuret. P_2S.

Wird durch Zusammenschmelzen von 2 Aequivalent Phosphor und 1 Aequivalent Schwefel (d. h. dem Gewichte nach von gleichen Theilen beider Körper) gewonnen. Es geschieht ganz leicht bei 60 Grad ohne eine

bemerkbare Veränderung, Verdampfung, Gasentwickelung und bildet eine wasserhelle Flüssigkeit, welche sich aber sehr deutlich von dem darüber stehenden Wasser unterscheidet, weil sie das Licht viel stärker bricht.

In der Temperatur des gefrierenden Wassers erstarrt diese Masse und geht bei noch niedrigeren Wärmegraden in eine schneeartige halb durchsichtige Substanz über, welche ganz aus kleinen Krystallen besteht, die jedoch von so geringen Dimensionen sind, daß man sie nur durch das Mikroskop unterscheiden kann.

Noch flüssig an die Luft gebracht, raucht das Phosphorsulfuret, wobei der Phosphor mit dem Sauerstoff der Luft eine chemische Verbindung eingeht, phosphorige Säure bildet. Der Gehalt an Schwefel verringert sich dabei nicht, indem derselbe nicht mit verdampft, es findet also das Umgekehrte, eine verhältnißmäßige Vermehrung statt. Da der Schwefel in der Verbindung nicht weniger wird, der Phosphor aber wohl, so ist mehr Schwefel in gleichen Mengen dieses Präparats enthalten nach der Verdampfung als vor derselben. Eine ähnliche Oxydation des Phosphors wie in der Luft, findet auch im Wasser statt, auf Kosten des Sauerstoffes der Luft, die in demselben eingeschlossen ist, dagegen läßt sich das Phosphorsulfuret in einer sauerstoffreinen Gasart, wie Stickstoff, wie Wasserstoff, eben so wohl aufbewahren als unter Wasser, wenn man dasselbe vorher durch anhaltendes Kochen von der eingeschlossenen Luft gereinigt hat. Auch läßt es sich in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas unverändert destilliren, dagegen es sich mit Wasser nicht kochen läßt, es wird dabei langsam zersetzt, indem der Schwefel in Gestalt von Schwefelwasserstoff nach und nach entweicht.

Unterphosphoriges Sulfid. PS.

Auf dieselbe Art wie das vorige, wird auch dieses bereitet, indem man Phosphor und Schwefel in dem angegebenen Verhältniß unter Wasser zusammen schmilzt. Gleiche Aequivalente, d. h. 1 Theil Phosphor und 2 Theile Schwefel dem Gewichte nach. Dieses Sulfid ist nicht leicht-, sondern dickflüssig, ist zwar auch durchsichtig aber nicht wasserklar, sondern hellgelb von Farbe. Es riecht sehr unangenehm, wie ein Gemisch von Chlorschwefel und von phosphoriger Säure. Diese letztere entwickelt sich auch daraus als weißer Rauch, wenn es unbedeckt an der Luft steht, dagegen es sich in einer Atmosphäre, welche keinen Sauerstoff enthält, unverändert destilliren läßt. Seine Dämpfe sind nicht sichtbar, denn sie sind klar und

durchsichtig wie Wasserdämpfe (nicht Dunst, dieser ist sichtbar, es ist aber auch kein Dampf mehr). Auch das Destillat ist ganz ohne Färbung. Erkaltet wird es fest, bildet ein Conglomerat von kleinen Krystallen. Es entzündet sich nicht, wie das vorhin beschriebene, freiwillig, wenn es jedoch von einem porösen Körper aufgenommen wird, so entzündet es sich nach einiger Zeit. Bei mäßiger Erwärmung flammt es dagegen hell auf und brennt wie reiner Phosphor.

In feuchter Luft verdunstet es in anderer Art als das Phosphorsulfuret, es entweichen nämlich beide Mischungsbestandtheile in die Luft und oxydiren sich, der eine zu Phosphorsäure, der andere zu Schwefelsäure.

Rothes Phosphorsulfuret.

Wie es einen rothen und einen gewöhnlichen Phosphor giebt, welche beide ganz gleich sind, nur verschiedene Aeußerlichkeiten haben, so ist es auch mit dem Sulfuret und dem Sulfid, es giebt von beiden Modificationen, mit auffallend verschiedenen Eigenschaften; indeß die beiden Substanzen, das gewöhnliche und das rothe Sulfuret doch identisch sind, eben so wie es das gewöhnliche und das rothe Sulfid, oder der gewöhnliche und der rothe Phosphor ist.

Das rothe Sulfuret wird auf folgende Weise dargestellt. In einem etwa 7 bis 8 Zoll langen, an einem Ende zugeschmolzenen Glasrohr, Fig. 371, wird wasserfreies kohlensaures Natron ungefähr zwei Zoll hoch geschüttet und mit dem flüssigen unterphosphorigem Sulfid beträufelt, bis die Schicht davon ganz durchdrungen scheint. Nun wird auf die Mündung der Röhre ein genau passender Kork gesetzt, in welchem ein ziemlich enges Gasentbindungsrohr ziemlich luftdicht eingesetzt ist. Dasselbe ist bestimmt um bei der vorzunehmenden Erwärmung sich entwickelnde Gase gefahrlos abzuleiten.

Fig. 371.

Man stellt nunmehr diesen, mit Natron und dem flüssigen Sulfid gefüllten Cylinder in eine kleine Metallschale mit trocknem Sande und bringt darunter eine energisch wirkende Berzelius-Lampe, um den Sand so weit zu erhitzen, daß Wasser in demselben kochen würde. Es ist wesentlich, diese Temperatur nicht bedeutend zu überschreiten, aber auch sie gewiß zu erreichen; dazu bedient man sich entweder eines Thermometers, welches neben der gedachten Röhre in den Sand gesteckt wird und welches man nicht über

110 Grad kommen läßt (jedenfalls das beste Mittel zur Regelung der Temperatur), oder man wendet ein Probiergläschen mit Wasser gefüllt an, stellt dasselbe neben dem Cylinder in den Sand und erhitzt diesen so weit, daß das Wasser gerade in's Kochen kommt, dann verringert man die Wirkung der Lampe, so daß das Wasser noch gerade im Kochen erhalten wird.

Fig. 372.

Das mit dem Sulfid getränkte Natron färbt sich zuerst gelb, dann röthet es sich unten und dann immer weiter nach oben hin. Nunmehr legt sich oben auf das Natron ein weißes Sublimat, welches eine auf Kosten des in dem Cylinder befindlichen Sauerstoffs entstandene phosphorige Säure ist, die sich an der Luft von selbst entzünden würde, daher man sich wohl hüten muß, den Kork zu entfernen.

Man verfolgt nun den Gang der Operation bis man bemerkt, daß die Färbung in's Rothe nicht mehr weiter schreitet und nicht tiefer wird, dann löscht man die Lampe aus und läßt Alles erkalten. Was sich von Gasen entwickelt hat und entwichen ist, wird nicht beachtet, es hat auch keinen Einfluß auf die Umgestaltung des Sulfids in rothes Sulfuret.

Nach völliger, möglichst niedrig reichender Erkältung nimmt man die Röhre aus dem Sandbade (bei verschlossen bleibender Mündung), macht mit einer sehr harten und scharfen Feile einen Kreisschnitt um die weitere Röhre etwas unterhalb derjenigen Stelle, an welcher sich die phosphorige Säure abgelagert hat, dann faßt man die Theile der Röhre mit beiden Händen, auf die man gute, starke Handschuhe gezogen hat und bricht mit einem raschen Druck diese Röhre auseinander.

Beide Stücke würden sich sofort entzünden, man muß daher zwei Becken mit Wasser dicht neben einander gesetzt, unter jeder Hand eins, vor sich stehen haben, und so wie der Bruch vollzogen ist muß man jedes Stück in eine andere Schüssel fallen lassen, wodurch augenblicklich der entstehende Brand gelöscht wird. Die Handschuhe sind dabei sehr nöthig, es können durch sich ablösende Stückchen des Präparats abscheuliche Brandwunden entstehen.

Das Wasser löst einen großen Theil der roth gefärbten Substanz der Kohlensäure, des phosphorsauren Natron 2c., welche entstanden sind, auf, aber eine rothe pulverige Masse bleibt ungelöst als Bodensatz zurück, dies ist das rothe Phosphorsulfuret; es muß mit ausgekocht gewesenem, erkalteten Wasser sorgfältig gewaschen und auf dem Filtrum zuerst, dann über

Schwefelsäure im luftleeren Raume getrocknet werden; in diesem Zustande ist es freiwillig entzündlich.

Unter Wasser läßt es sich aufbewahren, es hat also nicht die Neigung des flüssigen Sulfurets zu oxydiren; es hat eine äußerst schöne rothe Farbe, ist pulverförmig, zeigt aber nicht runde Körperchen, sondern kantige und facettirte, doch lassen sich keine eigentliche Krystalle erkennen.

Wenn man diese Substanz in einen kleinen Kolben bringt, der vorher mit Wasserstoffgas gefüllt und mit solchem durch einen beständigen Strom desselben auch gefüllt erhalten wird, so läßt sich dieselbe destilliren. Bei der Erhitzung wird das rothe Sulfuret braun, dann schwarz, in der Vorlage sammelt sich alles was hier abdestillirt als flüssiges Phosphorsulfuret, in der Retorte bleibt bei Unterbrechung der Destillation schwarzes Sulfuret zurück, welches beim Erkalten braun und dann wieder roth wird. Beide Substanzen zusammen wiegen genau eben so viel als vorher das rothe allein wog. Setzt man die Destillation fort, so verschwindet das rothe gänzlich, in der Vorlage ist flüssiges Phosphorsulfuret und dieses wiegt wiederum genau eben so viel als das rothe vorher wog. Man hat mithin in beiden Fällen dieselbe Substanz, dieselbe Quantität, nur in verschiedenen äußeren Formen.

Rothes unterphosphoriges Sulfid.

Um dieses Präparat darzustellen bedarf man vorerst eines anderen, welches der Träger desselben werden soll. Man muß sich Schwefelmangan bereiten, welches geschieht, indem man ein Manganoxydulsalz mit Schwefelantimon fällt, den Niederschlag gut auswäscht, trocknet, dann denselben in eine Röhre einschließt und in einem Strome von Schwefelwasserstoffgas erhitzt.

Fig. 373.

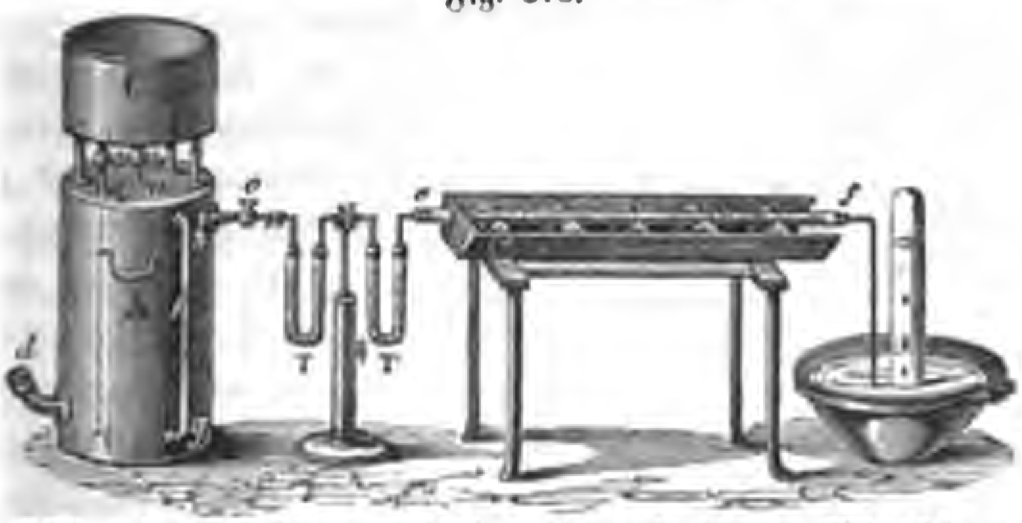


Fig. 373 zeigt die hierzu nöthige Veranstaltung. Wir sehen in A ein Gasometer, das mit Schwefelwasserstoffgas gefüllt ist, welches durch das

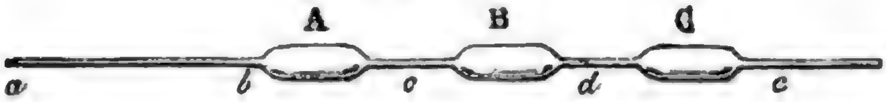
in C befindliche Wasser nach Erforderniß vertrieben werden kann. Statt dessen kann man auch an dieser Stelle eine gewöhnliche Gasentbindungsflasche setzen, aus welcher man das frisch erzeugte Schwefelwasserstoffgas über das Präparat führt. (Man gießt verdünnte Schwefelsäure auf Schwefeleisen, S. Th. I., S. 474.)

Die Flasche oder der Gasbehälter ist bei c mit zwei U förmig gebogenen Röhren TT verbunden, durch welche gehend das feuchte Schwefelgas getrocknet wird, indem darin trocknende, Feuchtigkeit anziehende Substanzen enthalten sind. e f ist die Glasröhre, in welcher der, durch Fällung eines Manganoxydulsalzes durch Schwefelammonium erhaltene Niederschlag, nach vorherigem Trocknen erhitzt werden soll. Die Röhre mit dem Salze gefüllt, liegt in einem Kohlenkasten und soll darin mäßig erhitzt werden, indessen das Schwefelwasserstoffgas darüber hinweg getrieben wird.

Man setzt die Erhitzung und das Durchströmen des Gases fort, so lange noch Wasser und Schwefel sich ausscheiden, bei f in Dampfgestalt die Röhre verlassen. An diesem Ende befindet sich eine Gasentwickelungsröhre, die man gegen Schluß der Operation unter einen mit Wasser gefüllten Cylinder führt. Wenn sich das Wasser desselben nicht mehr durch Schwefel trübt, sondern Gasblasen aufsteigen, so ist die Operation beendet.

Man läßt nun die Röhre erkalten, aber man sorgt dafür, daß während dessen fortdauernd ein Strom des Schwefelwasserstoffgases über das sich abkühlende Präparat streicht. Dasselbe ist Schwefelmangan, welcher sich in porösen, unregelmäßigen Klumpen in der Röhre vorfindet.

Fig. 374.



Nach dem Erkalten wird es herausgenommen und sogleich verwendet. Man bedient sich hierzu einer Röhre von weißem Glase, in welcher drei Kugeln oder elliptische Körper geblasen sind, wie Fig. 374 zeigt, in die zweite derselben B wird das zerkleinerte Schwefelmangan gebracht und sogleich mittelst einer langen Röhre, die in die Mündung a, und zwar bis in die Kugel selbst eingeführt werden kann, mit flüssigem unterphosphorigsaurem Sulfid benetzt. Die beiden Röhren müssen natürlich eine angemessene Weite haben, so daß diejenige, welche zum Trichter für die Phosphorflüssigkeit dient, mit Bequemlichkeit in die zu drei Kugeln erweiterte gebracht werden kann. Ein Anstoß darf bei solchen mit Schnelligkeit vorzunehmenden Operationen nicht vorkommen, auch Alles noch folgende muß in diesem wie in jedem ähnlichen Falle vollständig vorbereitet sein, so daß keine Stockung eintritt.

Die Phosphorflüssigkeit verbindet sich lebhaft mit der atmosphärischen Luft, darum thut man wohl diese vorher zu verjagen durch eine andere indifferente Gasart, sobald aber die Befeuchtung des Schwefelmangans mit der Phosphorflüssigkeit stattgefunden hat, muß dieses augenblicklich erfolgen und zwar so, daß man einen Gasbehälter, in welchem Wasserstoffgas enthalten und woran eine Chlorcalciumröhre befestigt um das ausströmende Gas zu trocknen, mit dieser Dreikugelröhre in luftdichte Verbindung bringt und das getrocknete Wasserstoffgas durch diese hindurchströmen läßt.

Ist dieses geschehen, so wird die mittelste Kugel durch eine fern darunter gehaltene Weingeistlampe äußerst gelinde erwärmt. Alsbald verbindet sich das unterphosphorige Sulfid mit dem Schwefelmangan unter so heftiger Wärmeentwickelung, daß die verdampfende Phosphorverbindung in beide Seitenkugeln getrieben wird.

Man läßt den Strom von Wasserstoffgas weiter wirken, wir wollen annehmen, er dringe von a nach b ein, so erwärmt man die Kugel A sehr mäßig und sehr gelinde, so daß sich das Phosphorpräparat mit dem Strome des Gases in die mittelste Kugel ergießt. Nun folgt man mit der Lampe dem Strome nach und erwärmt auch den Röhrenantheil c, worauf man die Kugel B anhaltend aber gelinde erhitzt, indessen der Wasserstoffgasstrom immer fortdauert. Sobald auch aus der mittelsten Kugel Alles entwichen ist und sich in der letzten gesammelt hat, wird die Lampe fortgesetzt und man läßt das Präparat, welches nunmehr in der Kugel C versammelt ist, in dem Wasserstoffgasstrom erkalten.

Was hier bereitet worden, ist ein Mangansulfohypophosphit, es ist von gelbgrüner Farbe, wird aus der Kugel genommen, mit Salzsäure übergossen und dadurch zersetzt, wobei sich das verlangte rothe unterphosphorige Sulfid abscheidet. Man wäscht es aus und trocknet es im luftleeren Raum über Schwefelsäure. Trocken hat dasselbe eine schön orangengelbe Farbe, es ist viel beständiger als die andere Form desselben Körpers, denn es hält sich unter Wasser, unter Alkohol und an der Luft unverändert und ist so wenig löslich, daß es gar keinen Geschmack entwickelt. Beim Erwärmen wird es dunkel, zuletzt beinahe schwarz, wenn man dasselbe in einer Retorte mit Stickstoffgas (sauerstofffrei) der Destillation unterwirft, so wird es dunkel gefärbt, dann geht es über und sammelt sich in der Vorlage als flüssiges unterphosphoriges Sulfid, gerade so wie das vorhin beschriebene in ganz gleichen Gewichtsmengen, so daß man sagen muß, beide Präparate sind ein und derselbe Körper nur in verschiedenen äußeren Gestalten, auch das Verhalten gegen chemische Reagentien ist ganz gleich und es ist nach all diesem höchst wahrscheinlich, daß der äußerliche Unterschied

nur daher rührt, daß der Phosphor in den flüssigen Präparaten gewöhnlicher Phosphor ist, in dem andern aber amorpher Phosphor, womit die Farbe und die äußere Beschaffenheit auch vollkommen übereinstimmt.

Phosphorsulfuret.

Einer der wichtigsten Punkte in den Verbindungen von Phosphor und Schwefel liegt uns noch vor in der Berichtigung einer, bis auf die gedachte Arbeit von Berzelius fest gewurzelten Ansicht über die Möglichkeit oder Unmöglichkeit noch andere Sulfurete des Phosphors zu erzielen.

Man war der Meinung, daß wenn man Schwefel in größeren Quantitäten mit dem Phosphor durch Schmelzung vereinige, der überschüssige Schwefel beim Erkalten ausgeschieden werde; auch in diesem Buche ist die Ansicht vertreten worden um den Aufschlüssen nicht vorzugreifen, welche Berzelius hierüber gegeben und es durfte um so mehr geschehen, als die Ansicht nicht nur die allgemein verbreitete war, sondern als auch die sich ausscheidenden Krystalle so schön von Farbe, so durchsichtig und so gleich denjenigen waren, welche man aus einer übersättigten Auflösung von Schwefel in Schwefelkohlenstoff erhält, daß die Täuschung begreiflich war.

Dem Scharfsinn eines Berzelius aber konnten zwei Unterschiede nicht entgehen, welche von andern stets übersehen worden waren. Die Krystalle haben weit mehr Facetten als die eigentlichen Schwefelkrystalle und sie zeigen deutlich das blätterige Gefüge, den Durchzug der Schichten. Jeder krystallisirbare Körper krystallisirt in einer bestimmten Gestalt und aus der Gestalt des Krystalles kann man den Körper erkennen. Wenn nun zwei Krystalle einander ähnlich aber nicht gleich sind (es versteht sich von selbst, daß die Größe allein hier keinen Unterschied macht), so schließt der Krystallograph mit Recht, daß er hier vielleicht ähnliche, verwandte, aber nicht gleiche Körper vor sich habe und Berzelius gelang es in dem vorliegenden Falle darzuthun, daß jene Schwefelkrystalle nicht Schwefel seien. Aus Zusammenschmelzung von einem Aequivalent Phosphor und drei Aequivalent Schwefel scheiden sich nach dem Erkalten dem Schwefel ähnliche Krystalle aus, welche aber nicht aus reinem Schwefel bestehen, sondern eine Verbindung desselben mit dem Phosphor zu einem Phosphorsupersulfuret sind, und welche auch von der Mutterlauge, aus welcher sie sich erzeugt haben, durchdrungen sind, denn sie rauchen nicht nur äußerlich an der Luft, sondern auch die durch Zerbrechen der Krystalle neu entstandenen Flächen rauchen eben so, geben weiße Wolken von sich, zum sicheren Zeichen, daß

Phosphor verdampft, phosphorige Säure sich bildet, welches nicht möglich wäre, wenn diese Körper nicht Phosphor enthielten, der an der Luft entweicht.

Die Mutterlauge, aus welcher sich diese Krystalle getrennt haben, ist unterphosphoriges Sulfid, es geht in die Krystalle selbst ein, kann aber von ihnen getrennt werden, falls man sie zerkleinert, mit leinenem Fliespapier trocknet und unter einer Glocke dem langsamen, allmäligen Zutritt der Luft aussetzt. So gereinigt hält dieses Supersulfuret sich an der Luft unverändert, brennt mit weißgelber Flamme und kann destillirt werden. Ist jedoch die Ausscheidung des unterphosphorigen Sulfids nicht vollständig gewesen, so erfolgt bei der Destillation eine Zersetzung mit heftiger Explosion.

Berzelius blieb bei dieser Erfahrung nicht stehen, er wollte wissen, ob nicht eine Verbindung zwischen Schwefel und Phosphor zu bewerkstelligen sei, welche den Sauerstoffverbindungen des Phosphors zu Phosphorsäure entspreche, und er erhitzte 1 Aequivalent Phosphor mit 5 Aequivalent Schwefel viel stärker als zum bloßen Schmelzen nöthig, erhitzte die Verbindung zu mehr als 100, zu 120 bis 150 Grad — wenn aber die Erhitzung eine gewisse Höhe erreicht hatte, entstand immer eine äußerst heftige Explosion, deren Charakter um so gefährlicher war, als nicht nur die mit großer Gewalt umher geschleuderten Glasstücke schwer verletzen konnten, sondern auch das eben so umhergeschleuderte massenhafte Feuer, Phosphor und Schwefel — viel brennbarer in der Vereinigung als einzeln — tödtlich werdende Brandwunden verursachen konnte.

Die Wahrnehmung an sich kann nicht neu genannt werden, man hat sicher lange gewußt, daß solche Explosionen erfolgen, hat sie jedoch auf die Rechnung von Wasserzersetzung und auf die plötzliche Bildung von Schwefelwasserstoffgas geschoben; Berzelius aber bewies, daß von diesen beiden Ereignissen, Zersetzung und Bildung ꝛc. keine Rede sein könne, wenn Phosphor und Schwefel vollkommen trocken angewendet würden, daß aber die Explosionen doch in diesem Falle auch stattfänden, und daß ihre Ursache in der Bildung jener Verbindung der beiden Elemente zu suchen sei, welche der Phosphorsäure (als Sauerstoffverbindung des Phosphors) entspräche.

Berzelius suchte, um die Explosion zu umgehen, welche durch die zur Bildung der gedachten Verbindung erforderliche hohe Temperatur hervorgebracht wird, bei welcher die kaum entstandene Verbindung in Dampf aufgelöst wurde und er kam auf den glücklichen Gedanken, den bisher eingeschlagenen Weg zu verfolgen, aber nicht gewöhnlichen, sondern rothen amorphen Phosphor anzuwenden und der Versuch gelang vollkommen.

Phosphoriges Sulfid. PS_3.

Dieses Sulfid, seiner analogen Zusammensetzung wegen auch Sulfophosphorige Säure genannt (die phosphorige Säure besteht aus PO_3, wie diese aus PS_3, der Schwefel vertritt den Sauerstoff in ganz gleichem Verhältniß mit diesem), wird so dargestellt, daß man das vorbeschriebene rothe unterphosphorige Sulfid mit der erforderlichen Quantität Schwefel (des letzteren 2 Aequivalent auf eins des Sulfids) in einer kleinen Retorte erhitzt. Es muß mit großer Behutsamkeit geschehen, denn auch hier wird ein Theil des Präparats dadurch verflüchtigt, daß sich die beiden Substanzen im Augenblick der Vereinigung von selbst lebhaft erhitzen. Bei nöthiger Vorsicht ist indeß keine weitere Gefahr zu befürchten, denn alsbald fließt die Masse ruhig und gleichförmig zusammen und kann bei fortgesetzter mäßiger Erwärmung sublimirt werden. Die neu gebildete Substanz zeigt sich als ein citronengelber, zwar durchsichtiger aber nicht krystallischer Körper.

Die äußeren Kennzeichen sind seine Farbe, seine leichte Schmelzbarkeit und seine Fähigkeit bei einer niederen Temperatur als der Schwefel sublimirt zu werden; er ist ferner geruchlos, geschmacklos und raucht nicht an der Luft, in feuchter Luft aber wird er rasch zersetzt; wird weich, indem er Wasser anzieht, dann röthet er Lackmuspapier wie eine sehr starke Sauerstoffsäure, dann hat er auch einen Geschmack, der jedoch mehr bitter als sauer ist.

Wird das phosphorige Sulfid an trockener Luft erhitzt, so entzündet es sich und brennt mit einer lebhaften weißen Phosphorflamme und man sieht derselben nicht an, daß der Schwefel in diesem Körper das bei weitem Ueberwiegende ist.

Phosphorsulfid PS_5.

Der Phosphorsäure entsprechend in der Zusammensetzung, PO_5. Die gewöhnliche Darstellungsweise war immer mit lebhafter Explosion und heftigem Umherschleudern der brennenden Substanzen verbunden; Berzelius hat auch hier den amorphen Phosphor mit demselben Glück angewendet wie bei dem vorigen Präparat. Es wird ein Aequivalent des rothen unterphosphorigsauren Sulfids mit vier Aequivalent Schwefel zusammengeschmolzen (dies giebt die oben angeführte Formel PS_5 indem $PS+S_4=PS_5$).

Die Erhitzung muß wie in dem vorigen Falle mit großer Behutsamkeit und zugleich in einer sauerstofffreien Atmosphäre vorgenommen werden, dann zeigt sich zwar auch eine plötzliche Wärmeentwickelung, welche in der chemischen Verbindung des Sulfids mit dem Schwefel ihren Grund hat, allein es zeigt sich weder eine Feuererscheinung noch entsteht eine Explosion.

Dieses Phosphorsulfid ist von derselben Farbe wie das phosphorige Sulfid, aber es krystallisirt. Geschmolzen verdunkelt es seine Farbe wie der Schwefel; bei langsamem Erkalten krystallisirt es wieder. Es läßt sich beim Schmelzen destilliren, der Siedepunkt liegt höher als der des Schwefels, die Dämpfe sind gelb.

Alle diese Operationen, Schmelzen, Kochen, Destilliren, müssen in einer sauerstofffreien Atmosphäre gemacht werden, denn an der Luft erhitzt entzündet es sich und brennt mit Phosphorflamme und unter Entwickelung vielen Rauches. Auch vor feuchter Luft hat man dasselbe zu hüten, denn mit dieser in Berührung, zersetzt es sich, der Sauerstoff der feuchten Luft vereinigt sich mit dem Phosphor zu Phosphorsäure und der Schwefel wird als weißes Pulver ausgeschieden, welches von der neu gebildeten Säure völlig durchnetzt ist.

Mit der Durchführung dieser Arbeit hatte Berzelius vollständig bewiesen, daß die Phosphorverbindungen mit dem Schwefel ganz denen mit dem Sauerstoff gleich seien, was sich auch weiter durchgeführt oder auf die Salze angewendet als vollkommen richtig auswies.

Verbindungen des Phosphors mit dem Chlor.

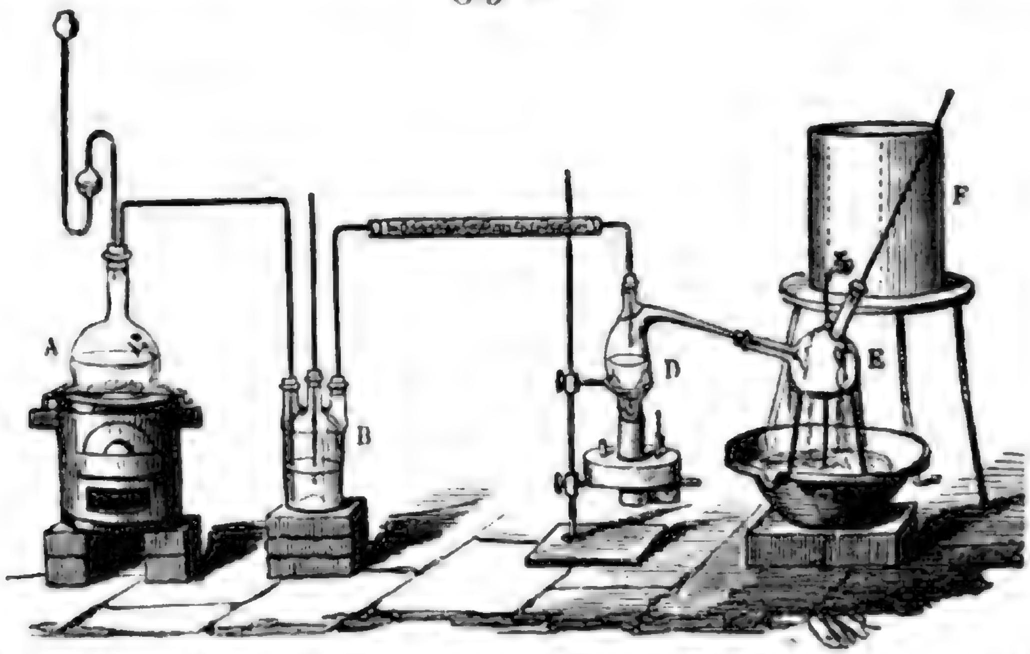
Die beiden genannten Körper verbinden sich in zwei Verhältnissen: ein Aequivalent Phosphor mit drei Aequivalent Chlor und ein Phosphor mit fünf Chlor. Die Formeln sind also PCl_3 und PCl_5, vollständig den Sauerstoffverbindungen, phosphorige Säure PO_3 und Phosphorsäure PO_5 entsprechend.

Regnault giebt die Bereitung ganz auf dieselbe Weise und mit demselben Apparat wie die des Schwefelchlorürs an.

Der auf einem kleinen Ofen stehende Kolben A dient um daraus auf irgend eine der uns bekannten Methoden Chlor zu entwickeln, das grüngelbe Gas geht zuvörderst in die Wasserflasche B um dasselbe von mitgerissenen Säuredämpfen und anderen Unreinigkeiten zu befreien, dann wird es aus einer Röhre aufwärts nach dem Trockenapparat geführt, nach der

horizontalen Glasröhre, welche mit Chlorkalk gefüllt ist und welche die Feuchtigkeit aufnimmt.

Fig. 375.



Das Chlorgas gelangt nun durch eine Glasröhre in die Tubulatur der Retorte D. Diese enthält in völlig trockener Luft gut abgetrockneten Phosphor, der durch eine unterstehende Lampe sehr mäßig erwärmt, zum Schmelzen gebracht ist. Am besten geschieht dieses, wenn man die Retorte zu einem Drittheil mit trocknem Sande füllt, auf diese den Phosphor bringt und nun das Erhitzen einleitet, worauf der geschmolzene Phosphor in den Sand eindringt, eine viel größere Fläche der Verdampfung darbietet und doch in seiner Gesammtmasse viel weniger entzündlich ist.

Hat man die Operation so eingeleitet, daß zuvörderst das Chlorgas die atmosphärische Luft verjagt hat, so ist nicht das Geringste zu besorgen; allerdings brennt Phosphor in Chlorgas. Wenn man z. B. ein Stückchen Phosphor in ein kleines Porzellanschälchen bringt, es entzündet und es alsdann in trocknes Chlorgas bringt, so fährt es fort zu brennen, mit grünlicher Flamme und es entsteht eine Chlorphosphorverbindung, allein sie ist niemals so heftig als eine Verbrennung unter Zutritt von Sauerstoff.

So auch hier. Wenn nunmehr der Phosphor geschmolzen ist und zu verdampfen beginnt, so brennt das frisch zutretende Chlor an der Mündung der Leitungsröhre mit schwacher, grüner Flamme, allein eine Entzündung der ganzen Masse findet nicht statt.

Die Vereinigung des Chlors mit dem Phosphor bedingt eine bedeutende Temperaturerhöhung und das Product dieser Verbindung tritt in die Vorlage E, welche stets kalt erhalten wird, indem sich aus dem Gefäße F ein ununterbrochener Strom kalten Wassers darüber ergießt. Eine dünne Glasröhre aus der Tubulatur heraussehend, dient dazu das etwa zu stark angehäufte Chlorgas abzuleiten.

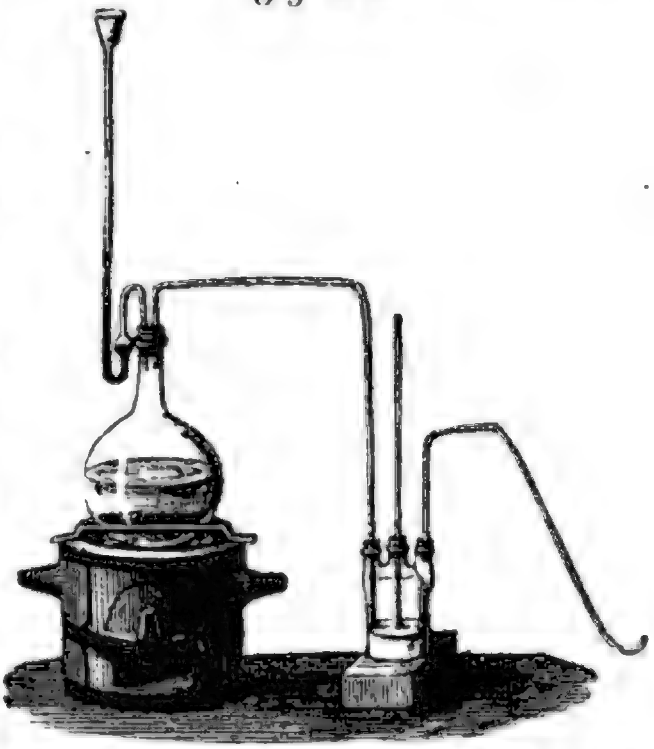
Das Destillat in der Vorlage ist das flüssige Phosphorsuperchlorür. Es ist dünnflüssig, obschon von 1,6 specifischem Gewicht, ist wasserhell, riecht auffallend nach Chlorwasserstoffsäure. Der Siedepunkt ist 78° C., viel niedriger als der des Weingeistes.

Dieses Superchlorür löst Phosphor in großen Mengen auf, in feuchter Luft stößt es weiße Dämpfe aus und reagirt dann sehr sauer. Im Wasser sinkt es unter wie ein schweres Oel und scheint sich nicht mit demselben zu verbinden, sehr bald aber tritt eine Zersetzung ein, es bildet sich Chlorwasserstoffsäure und phosphorige Säure und ist daher ein treffliches Material zur Bildung dieser letztern, wie wir bereits bemerkt haben.

Phosphorsuperchlorid. PCl_5.

Dieses Präparat wird mittelst des vorigen, des Chlorürs gewonnen, indem man dasselbe in eine dreihalsige Flasche bringt und dazu trocknes Chlorgas treten läßt. Das Chlorür verschluckt das Chlorgas sehr begierig, so daß in der Regel eine starke Erwärmung eintritt; um diese zu vermeiden setzt man, so wie man dasselbe wahrnimmt, die Flasche in kaltes Wasser. Nach und nach wird die Aufnahme des Chlorgases geringfügiger und man befördert sie durch Bewegung der Flasche, welches aber mit großer Behutsamkeit geschehen muß, da die Röhrenverbindungen leicht zerbrochen werden können, man pflegt den Kork, in welchem diejenige Röhre sitzt, die das Chlorgas zuführt, für einen Augenblick zu lüften und dann die Bewegung vorzunehmen, besser ist es aber, wenn eben diese Röhre nicht, wie die Zeichnung angiebt, aus einem Stücke besteht, das zwei mal rechtwinkelig gebogen ist, sondern wenn sie statt dessen zwei Gummielasticum-Verbindungen hat, die eine gelinde Bewegung gestatten.

Fig. 376.



In einiger Zeit wird die Absorption immer langsamer und nun tritt der umgekehrte Fall ein, man muß nicht durch Abkühlung die zu große Hitze vermindern, sondern man muß durch gelinde Erwärmung die Absorption

befördern. Endlich hat auch dieses keinen Erfolg mehr und es sammelt sich über der Phosphor- und Chlorverbindung eine Schicht unveränderten Chlorgases. Dieses ist das Zeichen, daß keine weitere Absorption statt findet, und daß die Verbindung geschlossen, daß sie fertig ist.

Das Chlorid bildet eine weiße krystallinische Masse, welche einige Aehnlichkeit mit dem Salmiak in Stücken hat, doch bei weitem nicht so fest ist. Dasselbe ist sehr leicht zu sublimiren; es geschieht schon bei weniger als hundert Grad und lange vor dem Schmelzen. Dieses in freier Luft zu bewerkstelligen gelingt aber nicht, wegen der vorher eintretenden Sublimation, im verschlossenen Raum und unter erhöhtem Luftdruck schmilzt es bei 148° C. und siedet bei 160°. Wenn das geschmolzene Produkt erkaltet und erstarrt, bildet es eine durchscheinende Krystallmasse. An feuchter Luft raucht es wie das Phosphorsuperchlorür, es brennt an der Lichtflamme und wird durch Wasser in Chlorwasserstoffsäure und in Chlorphosphorsäure zersetzt.

Verbindungen des Phosphors mit dem Sauerstoff und dem Chlor.

Ueber diese und mehrere der folgenden Triple-Verbindungen des Phosphors haben deutsche Gelehrte, Otto, Wurz, Liebig, Wöhler, Gerhard und andere die sorgfältigsten Untersuchungen angestellt, indessen sie von den französischen Chemikern beinahe oder gänzlich mit Stillschweigen übergangen werden. Eine solche Verbindung ist das

---

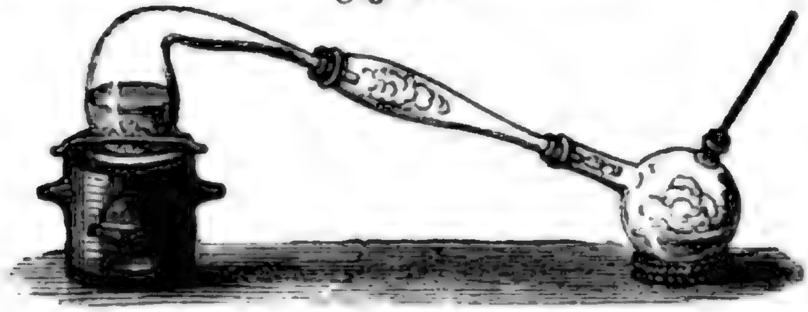
Phosphoroxychlorür. PCl_3O_2.

Wenn man das vorhin beschriebene Phosphorsuperchlorid in einer Flasche stehen läßt, deren Stöpsel absichtlich nicht vollkommen schließend aufgesetzt ist, durch ein eingeklemmtes Splitterchen, so wird es allmälich flüssig und es entweichen salzsaure Dämpfe. Nach und nach verschwindet das Superchlorid gänzlich, indem sich mit dem Wasserstoff der eingedrungenen Feuchtigkeit das Chlor zu Chlorwasserstoffsäure verbunden hat, der Sauerstoff aber zu dem Phosphor getreten ist.

Wenn man diese Flüssigkeit langsam erwärmt in einem Apparat, welcher einen guten Verschluß und eine hinlängliche Entfernung der Vorlage von dem Ofen gestattet, so erhält man, die Retorte (Fig. 376) bis auf

110 Grad erwärmend, ein farbloses Destillat, welches die gedachte Verbindung von Phosphor, Chlor und Sauerstoff ist.

Fig. 377.



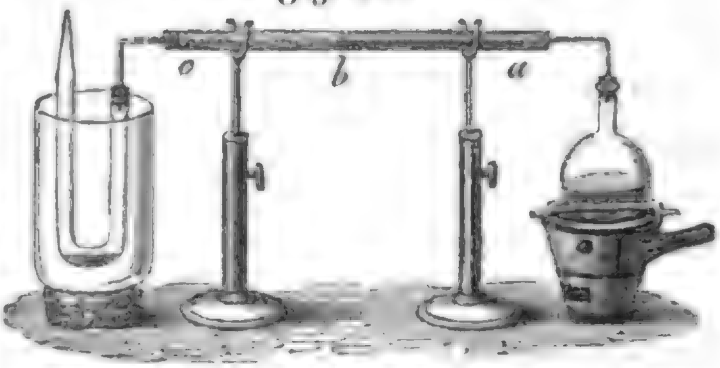
Die Flüssigkeit bricht das Licht sehr stark, hat einen äußerst stechenden Geruch und einen eben solchen Geschmack, wobei man jedoch nur äußerst kleine Quantitäten zum Versuch wählen darf. Die Feuchtigkeit der Luft veranlaßt diesen Körper zur Entwickelung weißer Dämpfe und Wasser zersetzt ihn völlig in Phosphorsäure und Salzsäure (das Letztere natürlich nur durch den Zutritt des Wasserstoffes aus dem Wasser, denn in dem Präparat selbst ist kein Wasserstoff, welcher zur Salzsäurebildung Anlaß geben könnte.

Die Zusammensetzung, welche die Formel angiebt PCl_3, entspricht der Phosphorsäure (PO_5), in welcher drei Theile Sauerstoff (O_3) durch drei Theile Chlor (Cl_3) ersetzt worden sind, dann ist die Flüssigkeit eine Chlorphosphorsäure oder sie entspricht dem Phosphorsuperchlorid, in welchem zwei Theile Chlor durch zwei Aequivalente Sauerstoff ersetzt sind; statt PCl_5 nunmehr PCl_3O_2. Ein für die Theorie der Verbindungen von Elementen unter einander sehr wichtiger Gegenstand.

Verbindung des Phosphors mit dem Chlor und dem Schwefel.

Das Phosphorsuperchlorid giebt auch zu dieser Schwefelverbindung die Basis wie zu der Sauerstoffverbindung. Man bringt dasselbe in eine ziemlich weite Uförmig gebogene Röhre (Fig. 378), an deren Stelle auch eine Röhre treten kann, die in der Mitte zu einer Kugel ausgeblasen ist. In einem Kolben wird auf die gewöhnliche Weise Schwefelwasserstoffgas entwickelt, eine Unterstützung durch Erhöhung der Temperatur, wie hier durch den kleinen Ofen angedeutet, ist völlig überflüssig, wohl aber ist es gut, das Schwefelwasserstoffgas, welches aus seiner

Fig. 378.



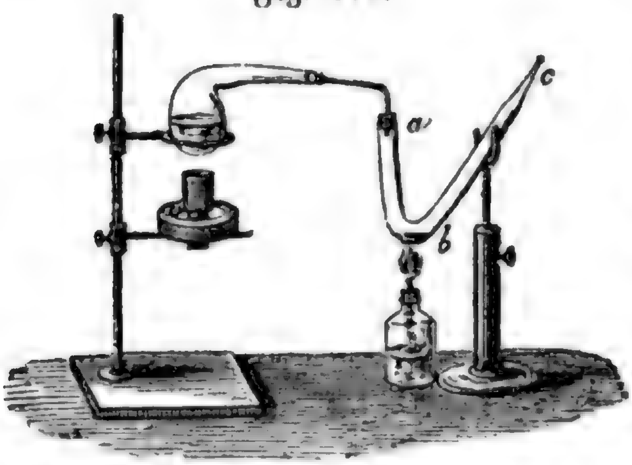
Quelle, der verdünnten Schwefelsäure, immer Wasserdämpfe mit sich führt, durch einen Trockenapparat gehen zu lassen, wozu die horizontal liegende Röhre mit Bimssteinbröckelchen, die mit Schwefelsäure getränkt sind, gebraucht wird.

Das Schwefelwasserstoffgas geht jetzt in einem langsamen Strom über das am Grunde der gebogenen Röhre liegende Phosphorsuperchlorid, alsbald findet eine Zersetzung statt, ein Theil des Chlors nimmt Wasserstoff auf und geht mit demselben als Chlorwasserstoffsäure in Dampfform zu der feinen Oeffnung der gebogenen Röhre hinaus, der aus der Chlorverbindung entlassene Phosphor vereinigt sich mit dem freigewordenen Schwefel der zersetzten Schwefelwasserstoffsäure und dieses Präparat ist der Chlorschwefelphosphor.

Es war in der Röhre PCl_5, hierzu traten zwei Antheile HS, diese verbinden sich so, daß zwei Schwefel mit dem Phosphor und drei Chlor das verlangte Präparat PS_2Cl_3 bilden und zwei Antheile Salzsäure 2HCl in Dampfform entweichen.

Dieser dreifach zusammengesetzte Körper wird in eine kleine Retorte, Fig. 379, gebracht, welche mit einer gebogenen Röhre a b c, die an der Spitze c ausgezogen ist, in Verbindung gesetzt wird. Bei gelinder Erwärmung geht das gereinigte Destillat in die Röhre über. Die Lampe, welche unter b steht, dient nur für den Fall, daß man noch eine zweite Destillation nöthig fände, da dann an die ausgezogene Spitze c das Gefäß gebracht werden müßte, um den neugebildeten Körper aufzunehmen. Diese zweite Destillation wird fast niemals vorgenommen.

Fig. 379.



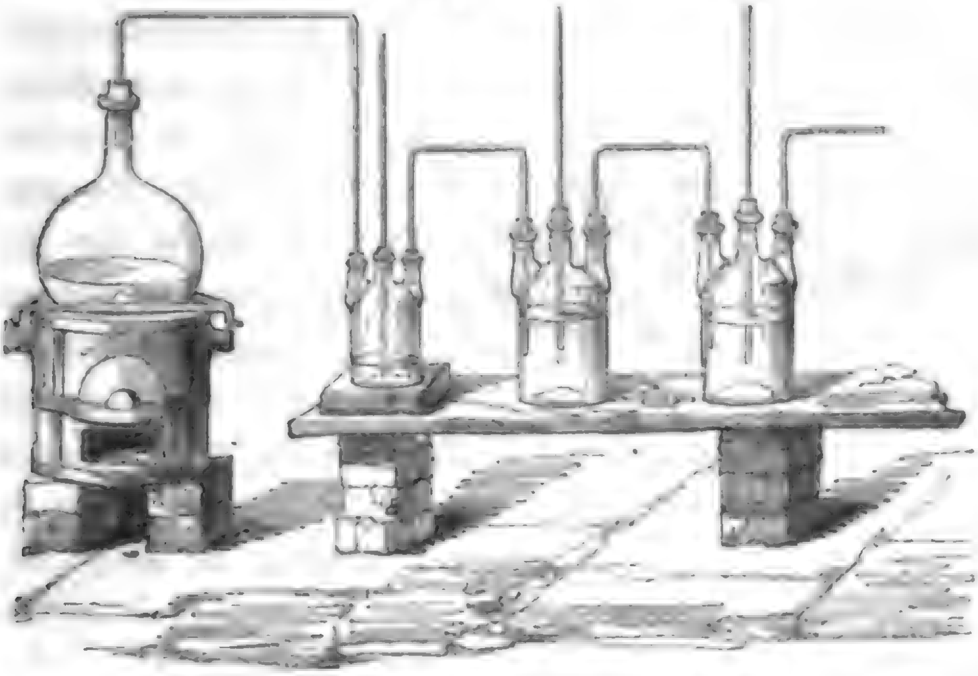
Der Chlorschwefelphosphor ist farblos, fließt ölartig und ist beträchtlich schwerer als Wasser. Anfangs, frisch bereitet und erst ganz kurze Zeit mit der Luft in Berührung, riecht er angenehm aromatisch, bald aber beginnt die Zersetzung durch die Feuchtigkeit der Luft und alsbald bekommt der aromatische Geruch einen sehr schlechten Begleiter, das Schwefelwasserstoffgas fängt an sich bemerkbar zu machen, indem ein solches sich durch den locker gebundenen Schwefel und die Feuchtigkeit der Luft bildet. Sehr viel rascher und vollständiger geht die Zersetzung im Wasser selbst vor sich.

Noch einige andere Verbindungen von Schwefel, Chlor und Phosphor sind von Heinrich Rose entdeckt worden; außer diesen giebt es aber noch andere dreifache Verbindungen des Phosphors, so z. B. der

Chlorphosphorstickstoff.

Auch diesen erhält man aus dem Superchlorid, wenn man Salmiak darauf wirken läßt. Es geschieht am einfachsten in folgender Art. In einem Kolben mischt man gepulverten Salmiak mit dem Phosphorsuperchlorid, so daß dieses letzteren ein Theil auf zwei Theile Salmiak kommen und der Kolben nahe zur Hälfte damit gefüllt werde. Man bringt nunmehr zwei bis drei tubulirte Flaschen oder Vorlagen durch Röhren mit dem Kolben in Verbindung; zwei sind eigentlich vollkommen genügend, allein die dritte ist wegen der Möglichkeit beschwerliche Dämpfe dadurch aufzufangen allenfalls zuzulassen.

Fig. 380.

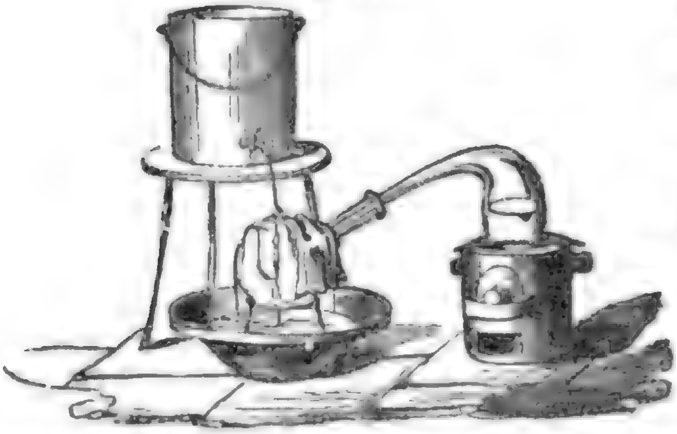


In der zweiten Vorlage befindet sich etwas Wasser, die erste ist trocken und leer. Man erwärmt nun den Kolben, der in einem Sandbade steht, recht behutsam. Sobald die Wärme durch den Sand bis in den Kolben dringt, verdampft das Superchlorid und diese Dämpfe wirken zersetzend auf den Salmiak. Die Masse wird roth, dann braun und nun beginnt die Bildung des Chlorphosphorstickstoffs, der sogleich sublimirt und also oben, an dem Halse des Kolbens haftet, indessen Gase, Zersetzungsproducte durch die Röhre entweichen. In der ersten trockenen Flasche findet man nach Beendigung der Operation eine Flüssigkeit vor, welche das vorhin besprochene Phosphoroxysuperchlorid, die Verbindung von Phosphor, Sauerstoff und Chlor ist. Nächst diesem entweicht aus dem Kolben Salzsäure in Dampfform, diese wird von dem Wasser der zweiten Vorlage aufgenommen. Die Möglichkeit, daß auch hier noch etwas entweichen wird, die Atmosphäre verunreinigen und das Athmen beschwerlich machen könne,

ist nicht zu leugnen und gegen diese Möglichkeit schützt die dritte Flasche, allein im Allgemeinen ist sie völlig überflüssig.

Das gewonnene Präparat, der Chlorphosphorstickstoff, ist im Wasser unauflöslich, ja das Wasser benetzt ihn so wenig wie Quecksilber einen hölzernen Tisch benetzt, dagegen löst er sich in Alkohol, in Aether, in Chloroform und in einigen ätherischen Oelen in reichlicher Menge auf. Aus der Auflösung in Aether kann man ihn, wenn er reichlich zugesetzt war, in wunderschönen Krystallen erhalten, in rhombischen Prismen, welche den Glanz und die Undurchsichtigkeit des Salmiak und dessen Härte haben, an freier Luft verdampfend, geht dabei allerdings der Aether verloren; wenn man die Verdunstung jedoch so einleitet, daß die Retorte, Fig. 381, welche auf einem kleinen kalten Ofen steht, nicht anders erwärmt wird als durch die gewöhnliche Temperatur der Luft, zwischen 18 und 24 Grad C., die Vorlage aber mit Eiswasser gekühlt wird, so ist der Temperaturunterschied zwischen Retorte und Vorlage groß genug, um von selbst eine reichliche Destillation des Aethers einzuleiten, der niedergeschlagen in der kalten Vorlage, den Weg von der Oberfläche des Präparats bis zu der Fläche des niederschlagenden Aethers, immerfort frei findet, die Verdunstung also immerfort im Gang bleibt, bis des Aethers zu wenig ist, um das Präparat ferner gelöst zu erhalten.

Fig. 381.



Jodphosphor.

Die beiden Elemente Jod und Phosphor lassen sich durch Zusammenschmelzen in verschiedenen Verhältnissen vereinigen und diese Vereinigungen lassen sich unverändert sublimiren, was für ihre Beständigkeit spricht. Man erhält starre, schmelzbare Massen, die jedoch, wenn sie durch Erwärmung auch nicht getrennt, doch vom Wasser sehr leicht zerlegt werden.

In neuester Zeit gelangt man auf nassem Wege zu zwei Jodphosphorverbindungen, deren eine ein Jodid, die andere ein Jodür ist.

Phosphorjodid. PJ_2.

Um dasselbe darzustellen wird ein Aequivalent Phosphor in Schwefelkohlenstoff aufgelöst und dann das Doppelte an Jod zugesetzt. Die Flüssigkeit wird anfänglich braun, dann schön orangeroth. Bei Abkühlung unter Nullgrad trübt sie sich anfänglich, dann bilden sich Krystalle in Form abgeplatteter Prismen, welche bis anderthalb Zoll lang werden, falls man nicht mit zu kleinen Quantitäten gearbeitet hat. Die Krystalle können getrocknet werden, wenn man sie in ein Gläschen thut, dieses sehr gelinde erwärmt und dann durch einen reinen, sehr sauber gehaltenen Blasebalg (Fig. 382), an den ein dünnes Glasrohr befestigt ist, einen Luftstrom in das Gläschen führt um die Dämpfe zu verjagen. Es ist übrigens besser, wenn man diese Erwärmung nicht wie hier gezeigt wird, über einigen Kohlen, sondern im Marienbade vornimmt, man hat die Temperatur besser in seiner Gewalt. Den Blasebalg betreffend, so versteht sich eigentlich von selbst, daß es nicht derjenige sein darf, mit welchem man Feuer anbläst, sondern daß er ein eigens zu solchem Zwecke gehaltener sein müsse. Ein Aspirator thut dieselben Dienste, da aber dieser immer feuchte Luft liefert, so muß man das Rohr, welches dieselbe zuführt, mit einer trocknenden Substanz (Chlorcalcium) versehen, es sei denn, daß man mittelst des Aspirators nicht Luft zuführte, sondern sie aus dem Kolben herauszöge, da dann die Luft des Laboratoriums an Stelle der ausgesogenen in den Kolben tritt.

Fig. 382.

Das Phosphorjodid schmilzt bei einer etwas höheren Temperatur als die des siedenden Wassers, zu einer schönen, hellrothen Masse und kann in diesem Zustande ferner erwärmt, sublimirt werden. Um es aufzubewahren bringt man dasselbe in ein Probiergläschen und schmilzt dieses vor der Gebläselampe zu, ein gut eingeriebener Glasstöpsel genügt durchaus nicht.

Fig. 383.

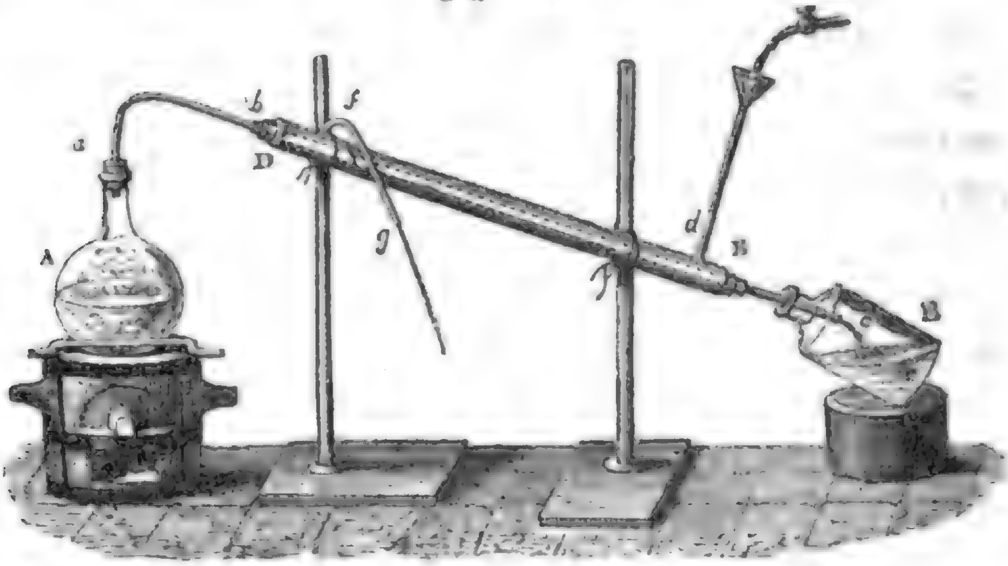
Man bedient sich dessen in den chemischen Laboratorien um Jodwasserstoffsäure auf die einfachste Art und auf das reinste darzustellen. Es wird in einen kleinen Kolben oder ein Probiergläschen gebracht, welches mit einem gut schließenden Kork und einer Gasentwickelungsröhre, Fig. 383, versehen ist, dann mit reinem Wasser benetzt, ent-

wickeln sich sofort Dämpfe von Jodwasserstoffsäure, welche durch gelinde Erwärmung unterstützt, häufiger auftreten und niedergeschlagen werden können.

Phosphorsuperjodür. PJ_3.

Dies schöne Präparat wird aus Schwefelkohlenstoff auf dieselbe Art nur mit etwas kräftigeren Potenzen erhalten. Man löst ein Aequivalent Phosphor in Schwefelkohlenstoff auf, bringt dazu drei Aequivalent Jod, dampft die Lösung in einen Destillationsapparat, welcher den Zutritt der Luft verbietet, das Entweichen der Dämpfe aber gestattet, Fig. 384, ein, wodurch man, besonders bei hinlänglicher Vorsorge für die Abkühlung des Rohrs DE durch Zufluß von frischem Wasser durch den Trichter d und Abfluß des erwärmten aus dem Röhrchen fg, den gebrauchten Schwefelalkohol ganz rein wiedergewinnt, indem derselbe sich in der Flasche B sammelt.

Fig. 384.



Hat man die Lösung auf den erforderlichen Grad concentrirt, so kühlt man den Kolben A ab und bringt ihn hierauf in kaltes Wasser, dem man schließlich eine Kältemischung zusetzt, oder welches man durch Schnee und Salz ersetzt. Hierdurch erhält man vortrefflich ausgebildete dunkelrothe Krystalle, welche jedoch so löslich im Schwefelkohlenstoff (d. h. in der Mutterlauge, woraus sie gewonnen worden) sind, daß sie sofort, noch bei der größtmöglichen Erkaltung herausgenommen werden müssen. Sie werden nun in einem warmen Luftstrome getrocknet, hierauf geschmolzen und erscheinen alsdann beim Erkalten in der Gestalt äußerst schöner großer Prismen von dunkelrother Farbe. Sie sind jedoch sehr schwer zu erhalten, da sie an der Luft zerfließen, sie müssen daher, wie das Jodid, in einem zugeschmolzenen Gläschen bewahrt werden.

Phosphor und Brom.

Auch dieser Salzbilder vereinigt sich wie die beiden andern mit dem Phosphor, es geschieht aber auf eine so heftige, gewaltsame Weise, daß die größte Vorsicht nöthig ist. Immer findet Feuererscheinung statt und wirft man Phosphor in Brom, so hat man eine gefährliche Explosion zu erwarten. Es sind zwei Verbindungen vorhanden wie beim Jod.

Phosphorsuperbromür. PBr_3.

Eine farblose Flüssigkeit, welche entsteht, wenn man in vollkommen wasserfreies Brom, das auf —10° erkältet worden, ganz kleine Partikelchen Phosphor von höchstens ¼ Gran einträgt, bis die braune Farbe des Brom verschwindet. Dieses Superbromür hat ein specifisches Gewicht von 3,0 d. h. es ist dreimal so schwer als ein gleiches Maaß Wasser, es hat seinen Siedepunkt bei 175° und seinen Erstarrungspunkt bei —20°, raucht an der feuchten Luft sehr stark, so wie es auch von Wasser schnell zersetzt wird. Die Haut färbt dieses Bromür orange, allein der Fleck verschwindet bald, auch Pflanzenstoffe, Baumwolle, Leinwand, Papier werden gebräunt, bei der Erwärmung sogar geschwärzt.

Phosphorsuperbromid. PBr_5.

Dieses erhält man durch einen noch größeren Bromzusatz zu dem Bromür. Es ist nicht flüssig, sondern bildet einen gelben starren Körper, der beim Erwärmen zu einer rothen Flüssigkeit schmilzt, aus welcher beim Erkalten schöne Krystalle in Form stark verschobener Würfel (Rhomboide) anschießen. Stärker erhitzt verdampft es und die Dämpfe geben ein Sublimat von gelben nadelförmigen Krystallen.

Phosphor und Fluor. PFl_3.

Pelouze führt diese Verbindung auf die Autorität Humphry Davy's gestützt an. Der Letztere hat sie erhalten, indem er Fluorblei in einem

Platintiegel mit Phosphor zum Glühen brachte, wobei allerdings der Platintiegel durch den Phosphor stark angegriffen wird. Diese Verbindung soll ein flüssiger, an der Luft rauchender und lebhaft brennender Körper sein. Durch das Wasser wird er unter Entwickelung von phosphoriger Säure zersetzt.

Bor.

Die chemische Kunst hat ein Element darzustellen gewußt, dessen Sauerstoffverbindungen schon Jahrtausende lang bekannt und gebraucht waren, ohne daß man eine Ahnung davon hatte, daß darin etwas Besonderes enthalten sei.

Zur Reinigung des Goldes beim Schmelzen, als Flußmittel für schwer schmelzbare Körper, als Verglasungsmittel mineralischer Farben auf Glas, Porzellan, Fayence oder auch zu Emaillen, die auf Metallen aufgetragen werden, bedient man sich seit undenklichen Zeiten, bediente man sich schon im grauen Alterthum einer Substanz, die bei uns auch schon seit undenklichen Zeiten unter dem Namen Borax bekannt ist.

Dieser Borax im rohen Zustande wird aus Persien oder Indien, besonders von Ceylon, nach Europa gebracht. Es ist alsdann durchaus unrein und führt den in Indien gebräuchlichen Namen Tinkal. Der Persische erscheint in grünlichen, fettig anzufühlenden Stücken, oder in undurchsichtigen, grünlich gelben, sechsseitigen Prismen krystallisirt; er ist aber auch wenn krystallinisch doch durchaus unrein.

Eine andere Sorte gelangt aus China zu uns, dort benutzt man denselben ganz besonders häufig zur Emaille- und Porzellanmalerei; dieser ist nicht krystallinisch, sondern erdig, ist grau von Farbe und hat vielen weißen Staub an sich hängen. Hernach kam derselbe aus Venedig als Borax in den Handel, jetzt weiß man den Tinkal überall durch Auslaugen mit kochendem Wasser seines Boraxgehalts zu berauben, ihn von dem erdigen Rückstande zu scheiden und isolirt zu billigem Preise darzustellen.

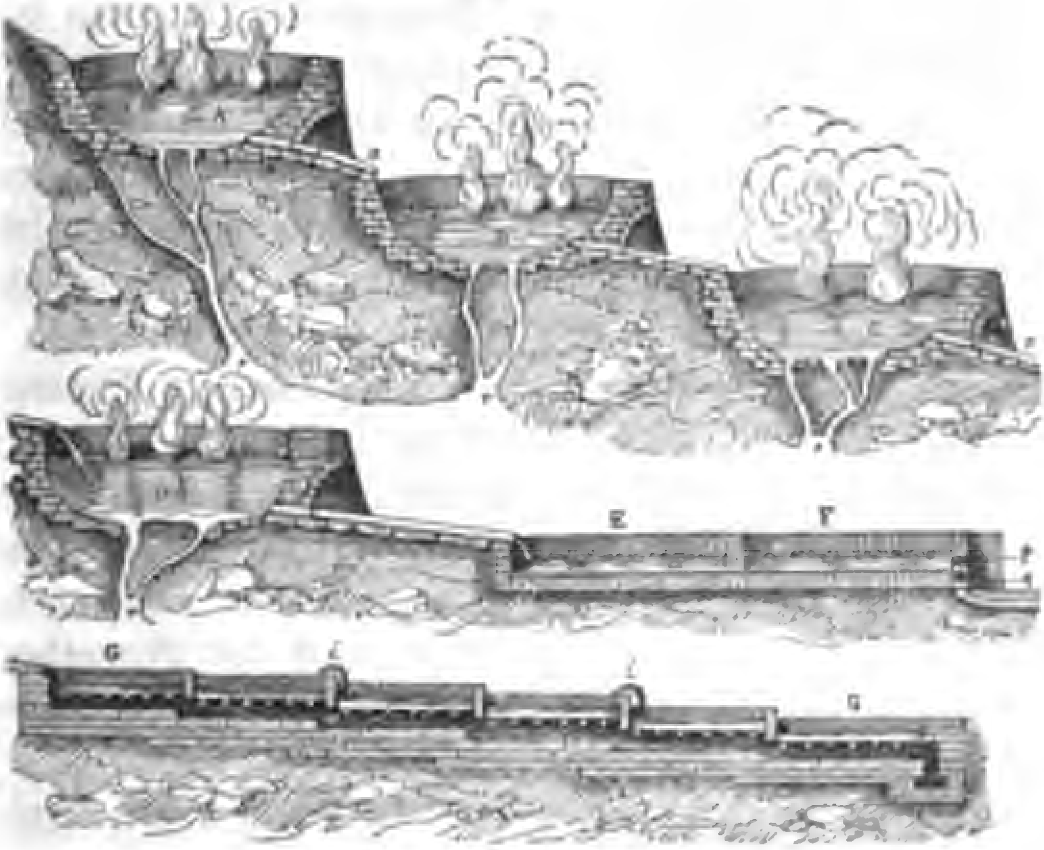
Bor erscheint rein, unverbunden, in der Natur durchaus nicht, selbst seine Verbindung mit dem Sauerstoff kommt nur selten und meist nur in vulkanischen Gegenden f r e i vor als Dampf; dagegen ist diese Säure mit Natron zu einem Salze vereinigt, sehr mannigfaltig verbreitet und ist dasjenige, was wir Borax zu nennen gewohnt sind, es ist also borsaures Natron.

Schon im Jahre 1807 gelang es Davy darzuthun, daß die Boraxsäure ein eigenthümliches Element enthalte. Es half ihm seine zweitausendplattenpaarige voltaische Säule dazu. Gay Lussac und Thenard brachten das Element auf einfachere Weise und in viel größerer Masse zur Erscheinung, dadurch daß sie Borsäure mit Kalium erhitzten.

Gewinnung der Borsäure.

Um jedoch das Pferd nicht beim Schwanz aufzuzäumen wollen wir, ganz abgesehen von dem Borax und dem Bor, zuvörderst die Gewinnung und Darstellung der Borsäure betrachten, welche in der Natur fertig vorkommt und aus welcher Borax, das Natronsalz der Borsäure, bereitet und das Element Bor gewonnen wird.

Fig. 385.



Im Großherzogthum Toscana, in der Nähe des Oertchens Sasso besonders, im Uebrigen aber in einem weiten Umfange von wenigstens 12 Stunden, erscheinen an sehr vielen Punkten die Dämpfe der Boraxsäure aus der Erde hervordringend und, wo sie sich in genügender Menge zeigen, hat die italienische Industrie sich bewogen gefunden, das ihr von der Natur Angebotene wirklich zu sammeln, aufzunehmen und allenfalls auch durch den Handel zu verwerthen. Das Geld gleich ohne diese Mühe zu bekommen, wäre freilich besser, da die Natur sich dergleichen aber nicht

Digitized by Google

abtrotzen läßt, so ist der arme Mensch genöthigt, sich statt des Geldes, mit Geldeswerth zu begnügen, und so nimmt der Italiener denn mit dem Schwefel des Vesuv und Aetna, mit dem Salz des Meerwassers und mit dem Sassolin von Sasso vorlieb, so nämlich wird das rohe Produkt von dem Oertchen Sasso genannt.

Alle vulkanischen Gegenden leiden an der Entwickelung schädlicher Gasarten, welche von Zeit zu Zeit aus dem Boden aufsteigen. Am vorwiegendsten ist die Kohlensäure. Diese ist besonders kurz vor, während und nach dem Ausbruche sehr stark; bei dem beinahe kleinsten Vulkane, bei dem im Vergleich nur mit dem Aetna (noch lange nicht dem größten) schon als ganz unbedeutend erscheinenden Vesuv, ist diese Entwickelung von Kohlensäure so auffallend, daß sie schon vor ein paar tausend Jahren die Fabeln von dem Avernus heraufrief, von dem finstern See unfern Bajä, in dessen Nähe alles Leben erlösche, in den hinab die über seine Fläche fliegenden Vögel fallen sollten, getödtet durch die giftigen Ausdünstungen, die fortwährend von ihm aufsteigen, ihn zum Eingange der Unterwelt stempelten.

Wenn dieses auch nicht in aller Strenge wahr ist, so ist es doch eine Thatsache, daß zur Zeit vulkanischer Eruptionen die Entwickelung von Kohlensäure im Innern des Vulkans so groß und die Spannung der Dämpfe (wahrscheinlich die einzige Ursache der Eruptionen) so mächtig wird, daß sie hunderte von Quadratmeilen umher durch alle Ritzen und Spalten des Erdbodens dringt, daß sie alle Höhlungen, alle Keller, ja selbst im Freien liegende offene Vertiefungen, wie die gemauerten Weinbehälter der glücklichen Italiener füllt (welche kein Holz zu Fässern haben und daher den Traubensaft in Cisternen von Kalkstein oder Sandstein, Lava oder sonst einem beliebigen Gestein, bringen und dort sowohl der Gährung, als der ferneren Reife überlassen), daß sie ganze Thäler unbewohnbar macht, wenn auch nur für einige Wochen, daß sie durch den Meeresboden dringt und die Fische in der See betäubt, so daß sie flach liegend auf der Oberfläche schwimmen.

Zu diesem gefährlichen Gase, welches sich durch nichts verräth, weder durch Farbe, noch durch Geruch, welches das arme Häschen, so wie den jagenden Fuchs, welches das Lamm und seine Mutter, ja, welches das grasende Rind tödtet, indem es an dem verpesteten Boden sein Futter sucht, zu diesem Gase kommen noch andere Produkte des Vulkanismus, so die abscheulich riechenden Entwickelungen von Schwefelwasserstoffgas, die Mofetten, so die Entwickelung kochender Dämpfe aus den Fumarolen, die Erzeugung verdampfenden gelben Schwefels aus den Solfataren, so die mächtig starken Ausströmungen von Boraxsäure aus den Spalten der vulkanischen Inseln im Meerbusen von Neapel und auf dem Festlande.

Die Bewohner der Liparischen Inseln leben vom Betrügen und Bestehlen der Reisenden, sie haben also keine Verpflichtung zu arbeiten, benutzen mithin auch die Gasströmungen nicht. Minder glücklich situirt sind die Bewohner von Toscana, sie sind daher darauf angewiesen die Schätze, welche die Natur ihnen zufällig hinwirft, zu benutzen, statt sie besser unbenutzt liegen zu lassen, wie es sonst gewöhnlich geschieht, und da sie doch einmal etwas thun müssen für das Aufheben der Schätze, so machen sie sich den Fluch der Arbeit, womit Gott das Menschengeschlecht zur Strafe für seine Sünden belegt hat — es ist doch etwas ganz abscheuliches um das „Arbeiten" — wenigstens so bequem als möglich.

Es mag recht lange gedauert haben, bevor man bemerkte, daß die weißen, qualmenden Dämpfe, welche aus unzähligen Spalten hervorbrachen, welche aus Wassertümpeln emporstiegen, die an ihren Ufern etwas zuckerähnliches oder salzähnliches absetzen, das dann von den Reisenden abgelöst, aufgehoben, betrachtet und in ihre Taschen, Büchsen, Tornister oder sonstige Behälter verwahrt und davongetragen wurde — es mag recht lange gedauert haben, bevor man bemerkte, daß da etwas Werthvolles in ungeheuren Massen verflüchtigt werde und an die Luft gehe, ohne irgend Jemandem einen Nutzen zu gewähren — aber endlich wurde man doch so weit unterrichtet, um zu erfahren, daß dieses Etwas weit mehr werth sei als das Seesalz, und daß es sich eigentlich ganz mühelos, so wie jenes, gewinnen lasse, wenn man nur erst einmal sich entschlossen habe, die erforderlichen, gewiß äußerst einfachen Anlagen zu machen, welche weit besser lohnen mußten, als die zur Salzgewinnung nöthigen, weil das Produkt weit besser bezahlt wurde.

Und so gelang es denn der schwunghaften italiänischen Industrie, neben den Mäusefall- und Hechelkrämern, neben den Gypsgießern und Pastetenbäckern auch noch Leute zu erziehen, welche sich mit der Gewinnung derjenigen Säure beschäftigten, die sich in den Dämpfen der Fumarolen befand, welche zwar in der Höhle der liparischen Insel Volcano in ungeheuren Massen und fertig krystallisirt, mehrere Zoll dick die Wände bedeckte, aber aus den angeführten Gründen gar nicht benutzt wurde, wodurch natürlich für die neu zu errichtenden Anlagen der Markt unverkümmert blieb. Es entschlossen sich die Leute, um solche Spalten her, aus denen der weiße Dampf in beschwerlicher Menge hervorbrach — große Kessel oder Gruben von geräumiger Oberfläche aber geringer Tiefe auszugraben, mit dem nächsten besten Gestein zusammengefügt durch Kalk und natürliche Puzzolana oder Traß einen dichten, im Wasser erhärteten Mörtel bildend, auszumauern, aus der nächsten Quelle mit Wasser zu speisen, und alles Uebrige der gütigen, vorsorglichen Natur zu überlassen.

Die Natur war denn auch so gütig das Erwartete zu thun. Die weißen Dämpfe, welche sonst ungehindert in die Lüfte drangen und die Gegend auf Meilenweite durch den Geruch von mitgeführtem Schwefelwasserstoffgas verpesteten (natürlich nur beschwerlich für prätensiöse Nordländer, indem die bescheidenen Leute, die in Italien heimisch, dieses Duftes, als eines zur menschlichen Wohnung, zum menschlichen Haushalt, überhaupt zur menschlichen Existenz gehörigen, längst gewohnt waren, und es gar nicht besser haben wollten), ließ man nunmehr durch Wasser streichen und darin einen Theil ihrer in Dampfform mitgeführten Producte und Educte absetzen.

Die Dämpfe aber waren heiß und so kam es, daß sie eben dieses Wasser, dem sie ihre festen Stoffe ablieferten, auch zugleich erhitzten und es dadurch fähig machten, mehr von den festen Stoffen aufzunehmen, und schließlich dazu beitrugen, dasselbe Wasser durch Erhitzung zum Verdampfen zu bringen und es demnach gewissermaßen einzudicken, die Lösung concentrirter zu machen.

Das äußerst rohe, man möchte fast sagen unvernünftige Verfahren, um den Niederschlag der Dämpfe, d. h. die rohe Boraxsäure zu gewinnen, ist folgendes.

Betrachten wir das vorhin gegebene Bild (S. 275), so sehen wir vier hinter einander folgende unregelmäßig gewölbte Vertiefungen, welche um Fumarolen r r r, um natürliche Gänge, welche sich die Dämpfe gebildet haben, auf die roheste Weise gemauert sind. A, B ꝛc. sind mit dem Wasser des nächsten Baches gefüllt und durch die heißen Dämpfe wird dieses Wasser sowohl erwärmt, als nach und nach ein Theil der festen Substanz, welche diese Dämpfe mit sich führen, niedergeschlagen wird.

Jedes folgende Bassin liegt niedriger als das vorhergehende, von einem oberen, A, führt immer ein Canal nach einem niedrigeren, B, und von B nach C ꝛc. Wenn das Wasser in A möglichst gesättigt ist, d. h. wenn es 24 Stunden lang die Dämpfe, welche aus dem Boden ausbrechen, aufgenommen hat, so wird es durch den Canal, den die Zeichnung angiebt, nach B entleert und A wird von neuem gefüllt. Wenn abermals 24 Stunden verflossen und B sowohl immerfort neue Dämpfe für das Wasser, welche dasselbe aus A erhalten, als auch A stets neue Dämpfe für das frische Wasser bekommen, so wird das Wasser aus B nach C geführt, das aus A kommt nach B und A wird mit frischem Wasser gespeist.

Auf diese Art fährt man fort, je nachdem es die Natur selbst bietet, denn von künstlichen Anlagen ist vernünftiger Weise hier keine Rede, wozu mehr thun als gerade nöthig!? Das Wasser geht von der ersten auf die sechste oder siebente Stufe, oder es erreicht die Zuführung von Dämpfen schon auf der vierten Stufe ihr Ende, wie unsere Zeichnung angiebt, kurz es richtet sich ganz nach Landes- und Ortsgelegenheit.

Endlich muß man doch aufhören, die Lauge wird auf diese Weise nicht mehr concentrirter — man muß sie nun abdampfen, verdichten. In den bisherigen Sümpfen A, B, C, D (Lagune) wurden sie nur durch Zuführung neuer saurer Dämpfe verdichtet; man läßt nun die immer noch schwache Lösung in große flache steinerne Pfannen (Vasque) E, F u. s. w. treten. Die Pfannen sollen die Verdampfung bewerkstelligen, dazu braucht man Feuer, Feuer fordert Holz, fordert Arbeit es zu beschaffen, Aufmerksamkeit es regelmäßig zu leiten — das sind Dinge, zu denen sich ein Italiäner schwer verstehen wird. Wozu auch Feuer? etwa um in sechs Stunden zu verrichten, was von selbst in acht Tagen geschieht? das wäre ja lächerlich!

Man benutzt einige der Suffioni oder Boraxgebläse, führt die heißen Dämpfe derselben unter die Pfannen und kommen diese auch nicht zum Kochen, so werden sie doch warm und verlieren den größten Theil ihres Wassers. So geschieht es, daß nach 24 Stunden das nach E geflossene Wasser sich einigermaßen klärt, darauf nach F gebracht wird und sich ferner entladet von Thon, von Gyps, von Schlamm und dergleichen, bis nach abermals 24 Stunden es endlich in die Kochgefäße (Caldai, Kessel) gelangt, woselbst die Wirkung der aus der Erde hervordringenden heißen Dämpfe am stärksten ist.

Es sind solcher flachen Pfannen neben einander gewöhnlich 14 in zwei Reihen, so daß in jedem Gefäß die Lauge einen Tag lang steht, jedesmal durch die Wärme und die zehrende Luft vermindert in die nächste, weiter abwärts liegende kommt, bis endlich die Concentration einen Grad erreicht hat, der dieselbe crystallisationsfähig macht. Dies geschieht am siebenten Tage (also können an jedem Tage zwei Pfannen geleert werden) und die so weit reife Lösung wird nun der Krystallisation übergeben.

Zu diesem Behufe zimmert man Bottiche in kubischer Form zusammen, da aber die Italiäner sich nicht auf den Bau von Fässern verstehen, weil sie ihren Wein in gemauerten Cisternen, in kleinen Quantitäten aber in Schläuchen (von Schlachtthieren abgezogene Felle, mit der Haarseite nach Innen gekehrt und mit Pech ausgegossen), bewahren, so sind diese Bottiche nicht wasserdicht, deßhalb werden sie mit Bleiplatten ausgelegt und die Fugen werden verlöthet oder mit hydraulischem Mörtel verstrichen.

Solcher Bottiche stehen nun ziemlich viele neben einander in einem großen, gewöhnlich überwölbten Raume, wie Fig. 386 zeigt, eine sehr undankbare Mühe und wieder ein Beweis davon, wie wenig rationell die Italiäner arbeiten. Bei ihrem, sprüchwörtlich gewordenen, ewig heiteren Himmel war ein freier, offener, der Luft und der Sonne zugänglicher Raum das viel Zweckmäßigere und für die Zeit des Regens würden Rah-

men von leichten Latten mit dem 40 Fuß langen Arundo donax besetzt hinlänglich allen Wasserzufluß abhalten und von beiden Seiten der Zugluft genügenden Eintritt gestatten, statt dessen bauen sie, wo es gar nicht nöthig ist, Mauern und Gewölbe, während sie dort, wo sie deren bedürften, zu ihren Wohnungen, sich meistentheils mit durchaus nicht genügenden Mitteln behelfen, so daß man fast glauben sollte, sie ständen auf der Leiter der Cultur noch um einige Sprossen tiefer als die Fellahs im Nilthale, welche sich doch wenigstens Schwalbennester aus Nilschlamm zusammenkleben.

Fig. 386.

Wenn nun in diesen dunstigen Gewölben, welche die Verflüchtigung des auflösenden Materials wirklich hemmen, doch endlich die Boraxsäure in einem solchen Ueberschuß vorhanden, daß sie in dem Wasser nicht mehr bestehen kann, so macht sie sich's bequem, sie setzt sich an und ab wo sie irgend Platz findet, am Boden und an den Seitenwänden der Bleigefäße A. Die Mutterlauge läßt man durch Zapflöcher ab nach dem Kübel B und die Boraxsäure bringt man in die Körbe C, deren einer auf solchem Bottich A steht.

Nachdem sie abgetropft und oberflächlich getrocknet sind, bringt man sie in Trockenstuben; das sind gleichfalls gewölbte Räume, welche der größeren Zweckmäßigkeit wegen so wenig Zug, so wenig Wechsel der Luft gestatten als nur möglich (statt dessen recht viel zu gewähren).

In diesem Raume liegt auf einer aus Fliesen gebildeten Sohle die Boraxsäure, d. h. dasjenige unreine Produkt, welches durch die verschiedenen Suffioni in das Wasser gebracht, durch Krystallisation daraus geschieden ist. Ein oder ein Paar solcher Fumarolen werden durch einige Steinplatten vereinigt und zusammen zu wirken gezwungen, sie werden in grob und roh gemauerten Canälen H, H unter den Steinplatten, die den Boden der Trockenstuben bilden, hin und her geführt.

Wie bei der ganzen abscheulichen Anordnung wohl begreiflich, so ist diese Boraxsäure höchst unrein und sie muß nochmals aufgelöst und umkrystallisirt werden, eine Mühe, welche sich der Italiäner so wenig geben, als sie durch vernünftige Behandlung des ihnen von der Natur gebotenen

Digitized by Google

Materials eine solche Reinigung unnöthig machen. Eisenoxyd, Ammoniak, Thonerde, Kalkerde, Magnesia, Kali und Natron, sämmtlich alles schwefelsaure Salze, ferner Kieselsäure und freie Schwefelsäure sind in dem italiänischen Produkt in Summa bis auf ein Viertel des Ganzen enthalten.

Dennoch ist diese rohe Borsäure, davon gegenwärtig jährlich mehr als 3½ Millionen Pfd. ausgeführt werden, ein viel besseres Material als der noch viel rohere Borax, der aus China, Indien oder Persien zu uns gelangt, und es ist leichter aus dieser Säure und dem Natron reinen Borax zu machen (das ist nämlich borsaures Natron), als den Tinkal so zu läutern, daß er zu reinem Borax werde.

Das Element Bor.

In dem einen wie in dem andern ist die Grundlage ein eigenes Element, das Bor, ein grünlich braunes, ein olivenfarbenes Pulver, stark abfärbend, aber ohne Geschmack und ohne Geruch, so wie ohne Metallglanz, im Wasser in sehr geringer Menge löslich, dann das Wasser grünlich färbend und aus dieser Auflösung durch Verdampfung wieder zu gewinnen.

Mit atmosphärischer Luft stark erhitzt, verbrennt das Bor unter lebhafter Lichterscheinung, welche besonders schön wird, wenn man die Verbrennung im Sauerstoffgase vornimmt, die dadurch gebildete Borsäure ist aber so feuerbeständig, daß ihr Vorhandensein das noch übrige, unverbrannte Bor vor dem Verbrennen schützt. Schwefelsäure und Salpetersäure, noch mehr Salpetersalzsäure, lösen das Bor leicht auf und verwandeln es durch Oxydation in Borsäure, auch Aetzkali und kohlensaures Kali thun dasselbe, mit schwefelsaurem Kali vermengt und erhitzt, verpufft es mit starker Detonation.

Dieses Element kann nur aus der Borsäure gewonnen werden, weshalb wir genöthigt waren mit dieser zu beginnen. Andere Elemente werden uns geboten und wir betrachten dann ihre Verbindungen; hier haben wir die Verbindung und müssen daraus das Element darstellen, und dieses geschieht entweder mit Hülfe von Kalium, der metallischen Grundlage des Alkalis, von welchem alle anderen Alkalien ihren Gattungsnamen haben, des Kali, oder es läßt sich nach Berzelius aus dem Borsalze einer der Salzbilder, des Fluorbor ausscheiden.

Im ersten Falle zerstößt man wasserfreie Borsäure zu einem gröblichen Pulver, schichtet sie mit einem Klümpchen Kaliummetall in einem eisernen Tiegel und erhitzt denselben zugedeckt über einer Spirituslampe, wodurch die

Reduction ganz ohne Feuererscheinung erfolgt. Es ist jedenfalls die einfachste Art der Darstellung, denn es gehört nach dem Erkalten nichts weiter dazu, als eine Auflösung der löslichen Körper, der noch nicht zersetzten Borsäure und des borsauren Kali, da denn das Unlösliche, das Element Bor zurück bleibt.

Berzelius, der sonst immer das Einfachste zu finden weiß, schlägt doch hier eine sehr complicirte Manipulation vor. Man muß eine Verbindung von Fluorbor und Fluorkalium haben und sich diese erst machen, um daraus Bor darzustellen. Man sättigt Flußsäure (ein überaus schwierig zu bewahrender Körper, den man aus dem Spiele läßt, wenn es irgend möglich ist) mit Borsäure und fügt hierzu eine Lösung von Fluorkalium.

Es entsteht ein Niederschlag, den man auf dem Filtrum sammelt und dann bei starker Hitze (die jedoch nicht bis zur Gluth gehen darf) trocknet.

Diesen Niederschlag nun mischt man zu gleichen Theilen mit zerbröckeltem Kaliummetall und erhitzt dieses beides in einem Stück eines eisernen Flintenlaufs, welcher auf einer Seite zugeschweißt ist. Das Kalium schmilzt sehr bald und die Mischung wird durch Umrühren mittelst eines starken Eisendrahts bewirkt. Wenn dieses geschehen, so setzt man die Erhitzung bis zur anfangenden Rothglühhitze fort, wodurch sich Fluorkalium bildet und Bor frei wird. Wasser löst das erstere auf, läßt das letztere ungelöst liegen.

Man sieht ein, wie viel zusammengesetzter diese Operation ist, als die früher beschriebene und es ist schwer einzusehen, wie ein so ausgezeichneter Chemiker, wie Berzelius war, auf diese Methode verfallen mochte, wenn es nicht geschah, um einen neuen, nicht schon von einem Andern eingeschlagenen Weg zu betreten.

Das Bor, dessen Eigenschaften wir oben zum Theil beschrieben, hat noch die Eigenheit, daß es durch Glühen im luftleeren Raum oder in Gasen, welche keine Wirkung darauf haben, dichter wird, als es im gewöhnlichen Zustande ist. Alle anderen Körper werden durch Glühen lockerer (wir wollen den Fall des luftleeren ganz unbeachtet lassen, um so mehr als es schwer wird zu fassen, wie man dies machen solle*). Wenn also Bor so dicht wird, daß es in concentrirter Schwefelsäure untersinkt, was sonst nicht der Fall ist, so gehört die Erscheinung sicherlich zu den Ausnahmen, und sie ist wahrscheinlich zusammen zu bringen mit den uns bereits bekannt

*) Glühen ist verbrennen, wie man dies machen solle, ohne Sauerstoff oder eine dasselbe ersetzende Gasart, ist schwer einzusehen, da der luftleere Raum auch jede andere Gasart ausschließt. Der elektrische Strom kann nicht gemeint sein, da Bor ein Pulver ist und da es die Electricität nicht leitet.

gewordenen Fällen von gewöhnlichem und amorphem Phosphor und anderen, wobei ein und derselbe Körper in ganz verschiedenen Aeußerlichkeiten (die man allotropische Zustände nennt) vorkommen kann. So wird das im luftleeren Raum geglühte Bor nicht nur schwerer befunden als das gewöhnliche, sondern es ist auch unauflöslich im Wasser, was mit dem gewöhnlichen nicht der Fall ist.

Verbindungen des Bor mit dem Sauerstoff.

Wir haben bereits gesehen, daß man nicht die Säure aus dem Element und dem Sauerstoff gewinnt, sondern daß man im Gegentheil aus der Säure das Element abscheidet, dennoch wird uns obliegen darzuthun, daß auch dieser Weg eingeschlagen, die Borsäure aus dem Bor und dem Sauerstoff dargestellt werden könne.

Das leichtere ist jedoch der Umweg, der schneller zum Ziele führt, als der directe Weg. Man nimmt Borax (Borsaures Natron), löst ihn in seinem vierfachen Gewichte kochenden Wassers und setzt zu dieser noch heiß filtrirten Auflösung concentrirte Salzsäure in solcher Menge, daß dadurch die Borsäure frei wird und das Lackmuspapier lebhaft zu röthen beginnt. Natron und Sauerstoff mit Bor und Sauerstoff zu borsaurem Natron vereinigt, geben mit Chlorwasserstoffsäure — Chlornatrium, Wasser und Borsäure:

$$\underset{\text{Natron}}{NaO} + \underset{\text{2 Borsäure}}{2BO} + \underset{\text{Salzsäure}}{HCl} \text{ zersetzen sich zu } \underset{\text{Chlornatrium}}{NaCl} + \underset{\text{Wasser}}{HO} + \underset{\text{Borsäure.}}{2BO_3}$$

Aus dieser Verbindung erhält man die Borsäure durch Krystallisation, indem sich dieselbe in glänzenden Schuppen an den Wänden des Gefäßes ansetzt. Sie wird aus der Mutterlauge gewonnen, gelinde erwärmt, um die anhängende Salzsäure zu entfernen, dann wird sie im Wasser aufgelöst und nun krystallisirt.

Diese Säure enthält eine große Menge Wasser, dasselbe kann durch bloßes Trocknen nicht verjagt werden. Eine Erhöhung der Temperatur bis auf 80 Grad entfernt nur die Hälfte und selbst bei 160 Grad bleibt noch ein Sechstel des Wasserstoffgehaltes in der Säure, obschon sie bereits geschmolzen und glasähnlich geworden ist. Man muß, um sie wasserfrei zu haben, die Erhitzung noch viel weiter treiben, bis die geschmolzene Masse blasig und zähe zu werden beginnt, da dann unter starkem Aufblähen das letzte Wasser entweicht und die Boraxsäure zu einer glasartigen, farblosen Masse wird, welche, erkaltet, ein Jeder für ein Stück ungeschliffenen

Krystallglases ansehen wird, weshalb man sie auch verglaste oder glasige Borsäure nennt.

Ihr Verhalten den gewöhnlichen Prüfungsmitteln gegenüber hat manches von anderen Säuren abweichende, so z. B. färbt sie das Lackmuspapier nur so schwach roth, wie die Kohlensäure und das Kurkummapapier wird durch diese Säure braun, als ob es mit einem Alkali befeuchtet wäre. Der Geschmack der Säure ist so schwach, daß man ihn höchstens als säuerlich wird bezeichnen können.

Ein andere Eigenthümlichkeit ist ihr Verhalten gegen die Verdampfungswärme. Sie ist so feuerbeständig, daß sie sich erst in der stärksten Gluth des Porzellanschmelzofens verflüchtigt, die glasige Borsäure kann also geschmolzen und in der Gluth des Schmelztiegels ganz unverändert erhalten werden. Die Temperatur, welche man diesen innerhalb eines gewöhnlichen Feuers zu geben vermag, wirkt noch nicht auf sie. Hat man dagegen die Borsäure in Wasser gelöst, so verdampft sie sehr leicht. Verdünnte Schwefelsäure, die Kammersäure z. B., kann man so stark concentriren, lediglich durch Einkochen, daß sie zur englischen Schwefelsäure wird, nicht so die Borsäure, welche, je nach der Temperatur, in sehr verschiedenen Mengen im Wasser löslich ist. Man kann dieselbe nicht concentriren ohne beträchtliche Mengen der Säure zu verlieren. Sie hat mit dem concentrirtesten Hydrat, mit der Nordhäuser, gleiches specifisches Gewicht, ja sie ist eigentlich noch schwerer (1,85), dennoch wird beim Kochen eine solche Menge davon mitgerissen, daß in einem Gefäß der Antheil derselben sich immerfort vermindert und in der Natur eben die Eigenschaft, sich mit den Wasserdämpfen zu verflüchtigen, sie aus dem Innern an die Oberfläche der Erde bringt.

Zwar sind die Dämpfe, welche aus den Suffionen in Toskana entspringen, mit ungeheuren Massen Schwefelwasserstoffgas geschwängert, davon der entsetzliche Geruch, nur italiänischen Nasen erträglich, herrührt, der auf eine Entfernung von zwölf Meilen noch bemerkbar ist, wenn der Wind ihn mit sich fortführt — man könnte also glauben, die Anwesenheit dieses Gases halte vielleicht die Borsäure im gasförmigen Zustande und führe sie davon, diese an sich schon schwer zu begründende Meinung aber widerlegt sich gerade durch das Experiment im Laboratorium, wo das Verdampfen der Borsäure mit dem Wasser aus der Lösung stattfindet, ohne Hülfe des Schwefelwasserstoffgases.

Die Borsäure gehört unter die schwächsten Säuren und vertreibt in der Hitze doch wieder die stärksten; diese Sonderbarkeit erklärt sich aus ihrer Feuerbeständigkeit — an sich eine schwache Säure, welche von den meisten anderen deplacirt wird, widersteht sie doch der heftigsten Glühhitze, welche alle anderen Säuren verjagt, sie aber nicht weiter berührt.

Die chemische Verbindung irgend eines, noch so schwer schmelzbaren Körpers mit der Borsäure macht diesen Körper leicht schmelzbar und hierin liegt vorzüglich ihre große Anwendbarkeit in den technischen Gewerben, welche mit geschmolzenen Substanzen umgehen.

Die Borsäure löst sich im Wasser auf, so daß in der Kälte 25 Theile Wasser, in der Siedehitze nur drei Theile auf ein Theil Säure erforderlich sind zur vollständigen Lösung. Aus der kochenden Lösung erhält man beim Erkalten die Säure in schuppigen Krystallen, welche den schönsten Perlmutterglanz haben. Im Weingeist löst sie sich bis zu 20 Procent und darüber auf; wie sehr sie bei starker Verdampfung mit dem Lösungsmittel vereinigt, entweicht, geht daraus hervor, daß Weingeist, in welchem nur ganz wenig Borsäure gelöst ist, mit grüner Flamme brennt. Dies ist so sehr der Fall, daß man daraus ein Prüfungsmittel auf die Anwesenheit der Borsäure gemacht hat. Man pulvert den zu untersuchenden Körper äußerst fein, verrührt ihn sorgfältig mit etwas und dann mit mehr Weingeist und zündet nun die Lösung an, die grüne Flamme verräth das Vorhandensein von Borsäure.

Bringt man dann absichtlich eine Quantität von etwa vier bis fünf Procent zu dem Weingeist, so brennt derselbe so außerordentlich schön und intensiv grün, daß man sich dieser Lösung zu decorativer Beleuchtung bedient.

Borax (Borsaures Natron).

Das wichtigste Produkt, das Bor uns liefert, dasjenige, wegen dessen alljährlich Millionen Pfunde künstlicher Borsäure bereitet werden, um aus ihr Borax zu machen, ist das eben genannte saure Natronsalz, es ist nämlich doppelt borsaures Natron.

Wir haben bereits am Eingange zu diesem Artikel gesagt, daß derselbe früher aus sehr verschiedenen Quellen zu uns kam. Die neuere Zeit, der fortgeschrittene, wissenschaftlich betriebene Bergbau hat gelehrt, daß fertiger Borax sehr mannigfaltig verbreitet ist, man findet denselben im Harz, in Siebenbürgen, man findet ihn in verschiedenen Bergwerken in Peru und, wie bereits angeführt, in Indien (Ceylon), China, Tybet, der Tatarei und in Persien. Am ausgiebigsten sind die Seen, welche einige Tagereisen von Tescho Lumbu (der Hauptstadt im Reiche des Bogda Lama, der Residenz des Hauptes der Rothmützen) liegen. In den Gebirgen von Tybet liegen diese

Seen, recht eigentlich in einem Bette von Salz, von den Ufern bis auf hunderte von Faden nach der Mitte zu, waltet das zweifach borsaure Natron vor, welches man dort mit Stangen und Haken in mächtigen Blöcken losbricht und an das Ufer schleppt. Die Mitte der Seebetten ist mit eben so dicken Lagen von salzsaurem Natron (d. h. Chlornatrium oder Kochsalz) bedeckt.

In früheren Zeiten wurde nur dieser Borax bei uns eingeführt, den die Araber — die ältesten Vermittler des Handels zwischen dem Morgenlande und dem Abendlande — Baurach nennen, daher der verstümmelte Name Borax. Der in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts lebende Chemiker Agricola (geb. 1494, † 1555), bekannt durch seine Metallurgie De re metallica, nennt den Borax von seiner Benutzung zum Löthen des Goldes „Goldleim", Chrysocolla. Jetzt wird derselbe von dorther wenig oder gar nicht mehr eingeführt, sondern durch die Borsäure und das Natron künstlich dargestellt, allein es ist noch durchaus nicht lange her, daß dieses geschieht, denn obschon der deutsche Hofapotheker Franz Höfer zu Florenz in einer eigenen Schrift „Nachricht von dem in Toscana entdeckten Sedativsalz" bereits im Jahre 1778 klar und unwiderleglich bewiesen hat, welchen Schatz die vulkanischen Quellen von Toscana in der ihrem Schooße entströmenden Borsäure haben, und daß diese mit Natron verbunden einen weit reineren Borax geben, als der durch den Handel zu uns gebrachte, welcher noch dazu durch eine fettige Schmierseife recht absichtlich verunreinigt sei, so fand dies doch nicht die geringste Beachtung.

Daß allenfalls die Aeußerungen eines ketzerischen Fremden nicht reizten, war denkbar, gab er sich doch schon allein dadurch genügend als unwissender Barbar zu erkennen, daß er ein Deutscher! was konnte man ihm noch Schlimmeres nachsagen!? Allein ein Italiäner, Mascagni, berühmter Arzt aus der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts und erst in diesem Jahrhundert gestorben, bemühte sich gleichfalls ganz vergebens die Indolenz seiner Landsleute zu überwinden, indem er ihnen in Brochüren und Journalartikeln die Dummheit vorrückte, für ein schlechtes, fernher kommendes Product Geld auszugeben, das man auf seinem eigenen Grund und Boden besser und in solcher Menge habe, daß man damit die ganze civilisirte Welt versorgen und Millionen gewinnen könne.

Millionen gewinnen! das wäre schon etwas, wenn nur nicht für diese Millionen auch eine entsprechende, wenn schon leichte Arbeit, gefordert worden wäre — es blieb beim Alten. Niemand wollte an dem Köder anbeißen, denn

„Gegen Dummheit kämpfen Götter selbst vergebens."

Nach und nach entstanden [illegible] Borsäurefabrike, allein

sie gingen sämmtlich wieder ein. Im Anfange dieses Jahrhunderts führte ein Fabrikant Ciaschi die Verdunstung der Lauge durch die Wärme der aus der Erde kommenden Dämpfe ein und ersparte somit das ganze, in Italien sehr theure Brennmaterial, allein auch er erndtete bis zu seinem Tode (1817) noch nichts als Hohn und Spott von der verdummten Bevölkerung, und selbst sein Nachfolger Landerello, nach welchem eine der berühmtesten Siedereien jetzt benannt ist (es giebt gegenwärtig deren zwölf), hatte noch wenig Aussicht auf Erfolg, und der ganze District des Monte Creboli, der ihm schon damals gehörte, ward vielfältig für eine Jahresrente von 200 Lire (ungefähr gleich so vielen Francs) ausgeboten, und jetzt wirft dieser nämliche District einen reinen Gewinn von 150,000 Lire ab, und man könnte noch viel mehr erhalten und gut verwerthen, denn die ganze Masse der gewonnenen Borsäure wird ganz allein von den französischen Boraxfabriken consumirt.

Fabrikmäßige Bereitung des Borax.

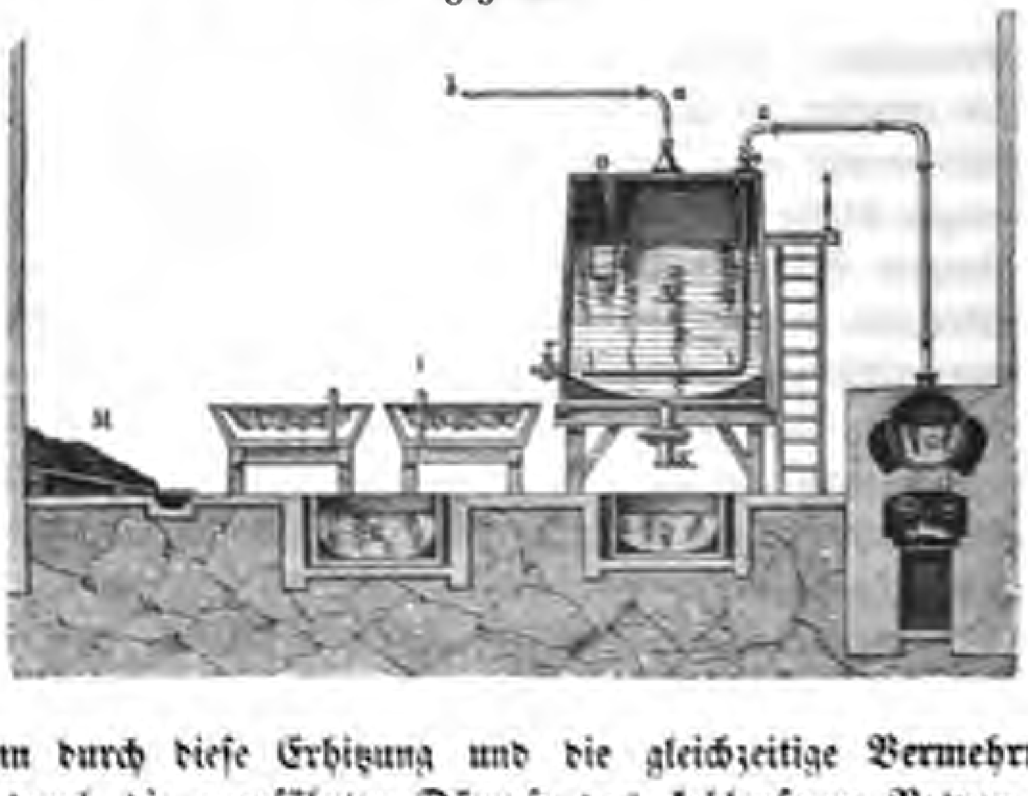
Die Boraxsäure, welche von den Toscanischen Siedereien versendet wird, enthält zwischen 70 und 80 Procent (selten etwas mehr) reine Borsäure, deshalb reinigt man dieselbe zuvörderst in den Boraxfabriken, so daß die fremdartigen Stoffe sich auf eine sehr geringe Quantität reduciren. Zu solcher gereinigten Borsäure (die allerdings nicht chemisch rein, doch ihrem Zwecke vollkommen entsprechend ist), setzt man auf 1000 Kilogramme (Doppelpfund) 1200 Kilogramme krystallisirtes kohlensaures Natron, beides aufgelöst in 2000 Kilo Wasser, davon ein Theil die Mutterlauge schon früher zur Erzeugung der Soda benutzten Meerwassers, ein anderes das Evaporationswasser ist, welches beim Abdampfen der Präparate niedergeschlagen werden kann.

Die Mengung des Natronsalzes und des Wassers wird in einer großen hölzernen Kufe, A der Fig. 387, vorgenommen. In Italien, am Erzeugungsorte operirend, würde man auch die hierfür nöthige Erwärmung durch die Dämpfe der Suffionen bewerkstelligen, also den Borax um ein sehr bedeutendes wohlfeiler liefern können, denn es werden in Frankreich 80,000 Stere Brennmaterial verbraucht, vier Stere sind ungefähr gleich einer Klafter, würde dies Holz sein, so würde man das wenigstens zu 200,000 Thaler veranschlagen müssen, da man jedoch meistens Steinkohlen brennt, dürfte der Preis allerdings geringer sein.

Unsern der großen Kufe, welche inwendig stets mit starken Bleiplatten

ausgelegt sein muß, befindet sich ein Dampfkessel C für Hochdruck, welcher mithin Wasserdämpfe von bedeutend hohen Temperaturen zu liefern vermag. Die Dämpfe werden durch eine kupferne Röhre tll' zuvörderst von dem Kessel C aufwärts, dann in die Kufe abwärts bis nahe an den schüsselförmig ausgehöhlten Boden geführt. Hier unten hat die Dampfröhre die Gestalt einer Uhrfeder. Wie die flache Spirale der Uhr ist dieses Rohr acht bis zehnmal im Kreise sich stets verengend um sich selbst geführt, endlich aber geschlossen. Auf der nach oben gekehrten Seite dieser Spirale sind nun unzählige kleine Löcher gebohrt, aus denen seiner Zeit der Dampf treten kann. Ein Hahn t oben über der Kufe gestattet eine genaue Regelung des Zutritts der kochenden Dämpfe, die nach der angegebenen Einrichtung in tausend Perlchen in die kalte Flüssigkeit dringen und derselben ihre Wärme mittheilen, dadurch selbst an Ausdehnung zunehmen, länger werden, Röhrchen und immer längere Röhren bilden, bis sie endlich, d. h. wenn die Flüssigkeit bis zum Sieden erhitzt ist, durch die ganze Masse derselben steigen und auf der Oberfläche zerplatzen, indessen sie bis zu dieser Temperatur hin, im Innern der Flüssigkeit consumirt wurden.

Fig. 387.



Wenn durch diese Erhitzung und die gleichzeitige Vermehrung des Wassers durch die zugeführten Dämpfe das kohlensaure Natron aufgelöst und die Temperatur auf 100° C. gestiegen ist, trägt man die Borsäure in Quantitäten von 8 bis 10 Pfund in die Lösung; es ist dieses wichtig, denn würde man die ganze Masse von 1000 Kilogrammen, oder auch nur den zehnten, den zwanzigsten Theil davon, gleichzeitig in die Lösung bringen, so würde ein so gewaltiges Aufschäumen durch die Befreiung der Kohlensäure aus dem Natronsalze entstehen, daß die Masse zum

Digitized by Google

größten Theile über die Ränder des Bottichs steigen und so verloren gehen würde.

Um dieses aber und um überhaupt den Verlust der Wärme und anderer Produkte zu vermeiden, ist der ganze bleigefütterte Bottich bedeckt, nur bei o hat er eine hinlänglich weite Röhre, um die Materialien zur Beschickung hinein zu bringen, und in der Mitte des Deckels eine andere ab, welche aufwärts und seitwärts in ein kühl gehaltenes Gefäß führt, um Dämpfe darin zu condensiren, welche man vielleicht noch benutzen könnte.

Die Materialien sind niemals vollkommen rein, es wird demnach auch nicht allein die Borsäure neutralisirt, sondern es werden auch noch andere Substanzen ausgesondert, niedergeschlagen, fortgeführt. Es sind jene Substanzen, die wir oben als verunreinigende Beimengungen der Borsäure bezeichnet haben, welche hier zur Geltung kommen, dafür dient die untere schüsselförmige Wölbung. Man läßt, nachdem die Procedur der Lösung und Sättigung vollendet und die Temperatur für kurze Zeit auf 105 Grad erhoben worden, die Dämpfe anhalten und läßt die Lösung langsam erkalten.

Hierbei setzt sich im Laufe von ungefähr 12 bis 14 Stunden Alles ab, was nicht gelöst bleiben kann, wie kohlensaurer Kalk, Magnesia und vieles andere.

Nach der Klärung öffnet man den Hahn r, welcher um ein geringes höher liegt als die Dampfspirale ll′ und läßt die Lösung in Gefäße BB fließen, in denen die Krystallisation vor sich gehen soll.

Während der Operation entweichen aber Gase, und zwar vorzugsweise die Kohlensäure in ungeheurer Menge. Um diese fortzuführen dient eben die Röhre ab, sie mündet in ein Gefäß mit Schwefelsäure und die Kohlensäure geht durch diese unverändert hindurch und entweicht an die Luft. Alle anderen Gase sind noch vorhanden, welche von der stürmisch entweichenden Kohlensäure mitgerissen werden, so Ammoniakgas. Dieses wird von der Schwefelsäure aufgenommen, in schwefelsaures Ammoniak verwandelt und als ein werthvolles Nebenprodukt festgehalten.

Der Bodensatz, der in dem Kochbottich befindlich unter der Spirale, wird durch einen großen starken Hahn K entleert, durch die Oeffnung o oben im Deckel wird viel Wasser in die Kufe gestürzt um sie auszuwaschen, dasselbe läuft dem Bodensatze nach in das Gefäß D. In diesem rührt man Alles durcheinander und läßt es wiederum sich abklären, worauf das Wasser, eine nicht unbedeutende Menge borsaures Natron enthaltend, zu einer neuen Auflösung von kohlensaurem Natron gebraucht und dann so verfahren wird wie gemeldet.

Wir haben bis jetzt die Auflösung nur bis zu den Krystallisations-

gefäßen begleitet, wir müssen nunmehr sehen, was ferner daraus werden wird. Die Bottiche B, B sind, wie die große Kufe, von Holz und sind wie diese mit Blei ausgelegt. Die Anzahl und die Größe derselben richtet sich nach der Ausdehnung und dem Betriebe der Fabrik; sie stehen gewöhnlich in zwei Reihen und haben unter sich ein allgemeines Reservoir E für die Mutterlauge. Im Boden angebrachte Oeffnungen können durch einen langgestielten Pflock, den man fassen kann, auch wenn der Bottich ganz voll Flüssigkeit ist, nach Belieben geschlossen oder geöffnet werden.

Man wartet die Erkaltung der Lösung und in Folge dieser den Anschuß der Krystalle an Wände und Boden ab. Da die Lösung absichtlich eine möglichst concentrirte war — jeder Zusatz von Wasser, der über die zur Lösung nothwendige Menge hinausginge, wäre überflüssig und würde nur Zeitverlust herbeiführen — so beginnt die Krystallisation bereits bei einer Abkühlung um einige Grad und schreitet immer weiter fort, je tiefer die Temperatur der Lauge sinkt, da aber in der Mutterlauge auch noch andere Salze enthalten sind, welche in niedrigeren Temperaturen gleichfalls heraus krystallisiren würden, so unterbricht man die Krystallisation, wenn die Temperatur bis auf 33° gesunken ist, und kann dies um so sicherer, als man die Mutterlauge ja immer wieder zu neuen Lösungen von Natron und Borsäure verwendet.

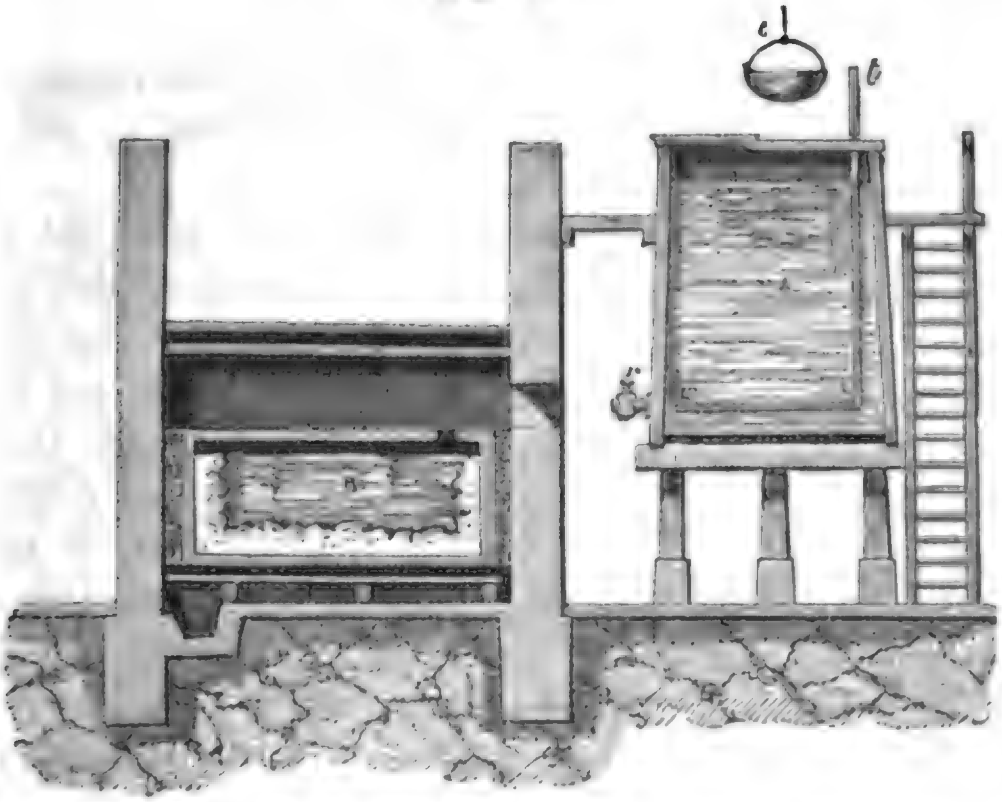
Die Krystalle, welche sich an den Bottichen festgesetzt haben, werden mit dem Meißel losgeschlagen und auf große Haufen M geworfen, wo die Mutterlauge vollends abträufelt, welche sich in eine Rinne sammelt und durch diese in den Hauptbehälter E geführt wird.

Wenn dieses geschehen, wird neues Natron in die große Kufe gebracht, die Mutterlauge aus dem Sammelgefäß E und das Waschwasser aus D die Treppen hinauf und zur Auflösung des Natron in die Kufe gegossen, dann wird der Dampf wieder zugelassen und Alles geht den früheren Weg. Allein nicht wie man glauben sollte, immer mit zwölfstündigen Unterbrechungen, sondern indeß die in den Kübeln befindliche Lösung krystallisirt, siedet in der großen Kufe eine neue Quantität, und wenn der Borax in den Kübeln auskrystallisirt und aus denselben entfernt worden, so ist auch die neue Lösung in dem Gefäße A zur Umfüllung reif, wird in die Kübel gebracht, die Mutterlauge trägt man nebst frischem Natron in die große Kufe und so geht dies ohne Unterbrechung fort.

Was aber an krystallisirtem Borax gewonnen ist, ist durchaus noch nicht reif um in dem Handel gebracht zu werden. Dieser unreine und unschöne Borax muß noch einmal umkrystallisirt, dadurch gereinigt und zugleich in diejenige Form gebracht werden, welche die Käufer haben wollen.

Die Kufe zur Wiederauflösung des Borax ist, wie die Fig. 388 zeigt, nur wenig von derjenigen verschieden, welche wir in der vorigen Figur betrachtet. Hauptsächlich hat sie keinen schüsselförmig vertieften Boden und auch dort unten keinen Hahn zum Abzapfen des Bodensatzes, weil es bei dieser Operation keinen Bodensatz giebt. Die Kufe wird größer gemacht, als die zur Bildung des Borax, weil man in derselben die Masse von drei solchen Boraxerzeugungen versammeln will; sie muß also wenigstens doppelt so groß sein.

Fig. 388.



In dieses große Gefäß wird nun Wasser gebracht und durch ein Spiralrohr tl, genau wie das vorhin beschriebene, werden Dämpfe siedenden Wassers zugeführt. Indessen füllt man den Borax in einen großen Korb von Eisenblech, welchen C andeutet. Er hängt an einer Kette und wird in die Flüssigkeit so weit hinab gelassen, daß dieselbe ihn gerade bedeckt. Bei der Füllung, die immer mehrere hundert Pfund beträgt, bringt man stets auf einen Centner des umzukrystallisirenden Borax noch fünf Pfund kohlensaures Natron, um jeden Ueberschuß an Säure zu neutralisiren.

Die zuströmenden Dämpfe erhitzen und vermehren das Wasser und machen durch die höhere Temperatur dasselbe fähig mehr aufzunehmen. Die Salzmasse, welche in der Flüssigkeit hoch oben hängt, wird von dem Wasser angegriffen, aber die daraus entstehende Lösung ist schwerer als Wasser, sinkt mithin zu Boden, die ununterbrochene Dampfströmung aber bringt wieder einen Kreislauf in den Vorgang der Auflösung, so daß nach und nach eine so vollständig gleichmäßige Lösung vorhanden, daß sie an

keiner Stelle concentrirter ist als an jeder anderen. Hat diese endlich den richtigen Grad erreicht, setzt ein Löffel der ausgeschöpften Lauge durch geringfügige Abkühlung schon Krystalle an, so ist diese Arbeit vollendet. Man sperrt die Röhre t durch einen Hahn ab, so daß sich ferner keine Dämpfe in das Gefäß A ergießen und läßt den Inhalt durch den Hahn r in das Krystallisationsgefäß B fließen. Dies geschieht natürlich durch ein Rohr, welches in der Zeichnung nicht enthalten ist und welches durch die im Deckel von B angedeutete Oeffnung geleitet wird.

Ein tief eingewurzeltes Vorurtheil giebt gewissen Formen und Aeußerlichkeiten (welche mit dem inneren Werthe der Sache gar nicht zusammenhängen) häufig eine Bedeutung, welche den Fabrikanten zwingt, sein Fabrikat dem Geschmack des Publikums gemäß einzurichten — gut wenn es nur nicht zu Betrügereien führt.

Bier soll zwar klar, aber dunkel von Farbe sein, wie recht alter Madeira. Dies ist ein Zeichen der Kräftigkeit, der Stoffhaltigkeit des Biers. Der Brauer, der die doppelte Quantität Malz nähme, aber die Würze nicht kochen ließe, bis sie die verlangte Farbe hätte, würde den Leuten vergeblich vordemonstriren, daß sein Bier besser, daß es doppelt so gehaltvoll sei, als das aller andern, die helle Farbe würde trotz des trefflichen Geschmacks und trotz der Wirkung die es hat, doch die Leute in dem Glauben lassen, das Bier sei schwach, nicht malzreich und folglich nicht geistreich, wenn schon sie wissen, daß der Weingeist, der diese Art der Stärke erzeugt, keine Farbe hat, sondern wasserklar ist.

Die Köchin verlangt Oberschaalseife, d. h. solche, die nach dem Herausnehmen der erkalteten Masse den obersten Abschnitt bildet. Sie glaubt diese Seife sei besser als die andere, sie weiß nicht warum, aber sie glaubt es einmal und vergeblich wird man ihr dieses auszureden suchen. Damit dem Fabrikanten die übrige Seife nicht als Ladenhüter liegen bleibe, ist er genöthigt l a u t e r Oberschaalseife zu machen, d. h. statt e i n e r k u b i s c h e n Form, in welcher ein Centner Seife erstarren könnte, z e h n f l a c h e Formen anzuwenden, welche mehr kosten und mehr Raum einnehmen. Nun hat jede Tafel (die später nur der Länge nach zerschnitten wird zu beiläufig drei Pfund schweren Stücken) die sogenannte Oberschaale, die wellige, durch den Ausguß der Masse in die Form entstandene Oberfläche, nur drei Seiten des langen Stückes zeigen Schnittflächen, die vierte nicht; jetzt glaubt die Köchin sie habe Oberschaalseife und nun ist sie zufrieden.

So geht es auch mit dem Borax. Obwohl jeder Gewerbtreibende, der des Borax bedarf, ihn zerkleinert, gepulvert, aufgelöst anwendet, so glaubt doch ein jeder, nur das sei echter Borax, der in recht großen Krystallen vorkommt, und weil durch das Verpacken und Verschicken die Spitzen

der Krystalle abgebrochen werden, so glaubt er, den Krystallen müssen die Spitzen fehlen und das sei ein schlechtes und verfälschtes Produkt, dessen Krystalle Spitzen haben.

Nun denn! der kluge Fabrikant thut dem thörichten Abnehmer den Gefallen, ihm große Krystalle und solche mit abgebrochenen Spitzen zu geben, allein er läßt sich die vermehrte Arbeit oder die theure Einrichtung gut bezahlen und er hat in so weit ganz Recht, als er sagt, nimm den eben so guten reinen Abgang, der aus kleinen Krystallen und aus den Bröckeln besteht, welche ich Dir zu Gefallen von jenen großen Krystallen abhacken muß — nimm den Abgang für den halben Preis des andern, er ist genau eben so gut wie jener; bist Du thöricht genug, das nicht einzusehen — nun so zahle!

Denke Dir, lieber Leser, er zahlt! er will den Abgang nicht! er zahlt für das eingewurzelte Vorurtheil, von dem er sich nicht trennen kann und der Fabrikant muß den Abgang wieder auflösen und nochmals krystallisiren und jetzt giebt der Ouvrier für das vorhin verschmähte Material das Doppelte von dem, wofür er es hätte bekommen können.

Diese Caprice fordert besondere Einrichtungen. Um große Krystalle zu erzielen muß die Abkühlung der Auflösung sehr langsam vor sich gehen. Zu diesem Behufe macht man das Krystallisationsgefäß B (welches gleichfalls wie alle anderen mit Blei ausgefüttert, sonst von dicken Bohlen gebaut ist) so groß, daß es den ganzen Inhalt des Kochgefäßes A auf einmal fassen kann.

Schon dieses würde etwas helfen, denn je größer die Masse ist, welche abkühlen soll, desto mehr Zeit fordert sie, allein man will die Verkühlung noch mehr verlangsamern, deßhalb setzt man dieses Gefäß auf den Boden eines zweiten, viel größeren, nicht von Bohlen, sondern von Balken gefügten, dessen Durchschnitt die Figur 388 zeigt. Der Boden ist zuvörderst mit schwachen Balken (sogenanntem Kreuzholz) belegt, darauf ruhen starke Bretter und auf diesen eine sechs Zoll hohe Schicht Asche oder Kohlenstaub, als ein sehr schlechter Wärmeleiter dienend, die eingeschlossene Flüssigkeit an zu schneller Abgabe ihrer Temperatur zu hindern. Eben so sind die Seitenwände des Gefäßes B von den Seitenwänden der umgebenden Kammer durch eine möglichst starke Schicht lockerer Asche oder zerkleinerter Kohle getrennt.

Den Deckel, welcher auf dem Gefäße B liegt, auf ähnliche Weise zu schützen ist nicht möglich, deßhalb nimmt man die Luft selbst als schlechten Wärmeleiter zu Hülfe, läßt zwischen dem Deckel des Gefäßes B und dem obern Boden der Kammer einen leeren Raum von mehreren Fuß und macht diesen oberen Boden von Brettern erstens doppelt, dann aber bringt

man zweitens zwischen die Bretter dieses doppelten Bodens große Fries- oder Filzplatten, welche einen beinahe luftdichten Verschluß bewirken.

Nunmehr überläßt man die Auflösung sich selbst und rührt nicht daran bis die Temperatur ungefähr auf 30° C. gesunken ist; dann wird die Mutterlauge abgezapft und was unten zwischen den Krystallblöcken stehen bleibt, wird mit großen Schwämmen weggenommen, damit aber die noch weichen Krystalle nicht leiden durch Berührung mit der Luft, damit sie nicht Sprünge und Spalten bekommen, schließt man nach Entfernung der Mutterlauge das Reservoir wieder sorgfältig und überläßt so das Ganze der ferneren Abkühlung, erst wenn diese im Innern gleich geworden ist mit der Temperatur der Umgebung, darf man die beiden Deckel abnehmen und nun die Massen heraushauen. Aber selbst dieses fordert Behutsamkeit aus Rücksicht auf die Käufer.

Es werden täglich mehrere Auflösungen in dem Gefäße A gemacht, im Ganzen aber nur viere, bevor das zuerst gefüllte Gefäß B von Krystallen geleert werden kann. Wenn dieses geschieht, sind also drei andere mit Flüssigkeit gefüllt, aus welcher die Krystalle mit Ruhe anschießen sollen. Je größer diese Ruhe ist, desto schöner werden die Krystalle und darum stellt man die vier Gefäße mit ihren sie umschließenden Kammern, soweit als die Räumlichkeit es irgend gestattet, von einander, damit die Hammerschläge, mit denen man die krystallisirte Masse von den Bleiwänden abzulösen genöthigt ist, die andern in der Krystallisation befindlichen Bottiche nicht störe, den Ansatz nicht unregelmäßig mache.

Der Borax hat zweierlei Wassermengen eingeschlossen in seinen Krystallen und in Folge dieser verschiedenen Quantitäten von Krystallwasser krystallisirt er auch in verschiedenen Formen. Man kann beliebig darstellen welche Sorte man will. Der gewöhnliche Borax mit 60 Procent Wasser wird erhalten, wenn man die Lösung so weit concentrirt, daß ihr specifisches Gewicht 1,17 ist, alsdann entstehen prismatische Krystalle. Für den Handel im Kleinen, für den Verkauf an den Arbeiter verlangt der Kaufmann jedoch einen Borax der in Octaedern krystallisirt ist, dieses erreicht man durch Concentration der Lauge bis auf 2,25 specifisches Gewicht, welches man durch Zusatz von rohem Borax und schließlich durch Eindampfung der Lösung möglich macht.

Aus solcher Lösung, wenn sie sich in den Krystallisationsgefäßen bis auf 75 Grad abgekühlt hat, schießt octaedrischer Borax an, welcher nur die Hälfte Krystallisationswasser hat, nur 30 Procent. Hierbei ist aber eine stete Aufmerksamkeit auf die Temperatur erforderlich, man muß daher Oeffnungen haben, welche gestatten, daß man diese beobachte, und da ein Thermometer in der Flüssigkeit stehend, bald mit Krystallen bedeckt sein und

davon zerbrochen werden würde, so beobachtet man von außen ein Thermometer, welches durch ein Bohrloch durch die beiden hölzernen Wandungen, so wie durch die Kohlenschicht bis an die Bleiplatte geführt ist, mittelst deren der Bottich ausgefüttert sein muß, hier erhält man auch die Temperatur des Innern der Flüssigkeit, höchstens bis zu einem Grade Unterschied. Zeigt das Thermometer 55 Grad an, so kann man im Innern 56 Grad annehmen, bis zu dieser Grenze darf man die Abkühlung kommen lassen, dann aber muß man die Entfernung schnell bewerkstelligen, weil sonst die schönen großen Krystalle mit kleinen Krystallen von gewöhnlichem, prismatischem Borax überwachsen würden. Auch hier wird nach dem Abzapfen die übrige Mutterlauge mit Schwämmen aufgenommen und dann Alles wieder der trocknen Abkühlung im genau verschlossenen Raum, mit Vermeidung alles Luftwechsels überlassen.

Die Zeitbestimmung, in welcher die Krystallisation beendet sei, ist eine ganz müßige und überflüssige. Die äußere Temperatur, die der Luft, der Jahreszeit und die Größe der zur Krystallisation zu bringenden Menge der Lauge, machen einen Unterschied von Stunden auf Tage; eine Operation im Kleinen und im Winter kann in 24 Stunden beendet sein, eine andere sehr in's Große gehende und im Sommer veranstaltet, kann den Zeitraum von einer Woche, von 14 Tagen einnehmen. Eine glühende Kanonenkugel braucht sechs Stunden um abzukühlen, ein Lavastrom des Aetna drei Jahre, die ungeheure Lavamasse, welche den neu entstandenen Vulkan Jorullo in Südamerika umgab, brauchte 80 Jahre dazu.

Wenn die Krystallisation und die Trocknung beendet ist, meißelt man die Stücke von den Kübeln los, sie haben dann eine solche Festigkeit, daß sie klingen, wenn sie abgesprengt werden. Sonderbar ist, daß nun der Fabrikant, um dem wunderlichen Vorurtheil des Käufers nachzukommen, seine Arbeit zerstören, die Octaeder von den großen Platten losschlagen und diese (ein Zeichen der künstlichen Erzeugung und der Reinheit des Materials) zerbröckeln muß um so viele und so große Octaeder oder Octaederstücke davon zu bekommen als möglich, das übrige aber als Abfall von neuem aufzulösen und einer abermaligen Krystallisation zu unterwerfen hat.

Ja, die Wunderlichkeit der Leute geht noch weiter. Wenn die Octaeder oder allenfalls die Drusen, welche aus lauter Octaedern bestehen, noch ihre Pyramidenspitze haben, so glauben die Käufer den gewöhnlichen wasserhaltigeren Borax vor sich zu sehen und sie lehnen den Kauf ab, weil ihnen schlechte, künstliche Waare geboten wird, sie wollen aber natürlichen Borax. Der wasserhaltigere, d. h. derjenige, welcher 60 Procent Krystallisationswasser hat, krystallisirt in sechsseitigen Prismen mit dreiflächiger Zuspitzung, so daß die eine Kante des Prisma hoch, die nächste niedrig, die folgende

wieder hoch, die hierauf folgende wieder niedrig steht, die Säule als solche also in einen Dreispitz endet, die dreispitzige Pyramide wandelt dieses um in einen Einspitz. Deßhalb denken die Leute, wo eine Spitze zu sehen ist — sie möge nun von vier oder von drei Flächen begrenzt sein — das sei gleichgültig und der so beschaffene Borax sei künstlicher, den wollen sie nicht, sie wollen natürlichen. Daß der octaedrische auch ein künstlicher ist, wissen sie nicht, und daß er besser ist und viel reiner als der natürliche glauben sie nicht, deßhalb muß der Fabrikant sich die Mühe machen, den octaedrischen so zuzurichten, daß er ihm mit dem Hackmesser die Spitzen wegnimmt. Ja, es war sogar nöthig die Farbe des holländischen, die durch den Landtransport abgeriebenen Kanten der Krystalle 2c., die in Holland übliche Verpackung bis in's Kleinste und Kleinliche, d. h. bis zu dem ungezwirnten Hanfgarn statt des Bindfadens und den Drahtstiften statt der Nägel, nachzuahmen, um die bessere Waare der schlechteren gegenüber verkäuflich zu machen.

Nach Ablassen der Mutterlauge von den octaedrischen Krystallen wird diese in großen offenen Bottichen gesammelt und aus derselben schießt der darin enthaltene prismatische Borax in großen Massen an, welcher nun zu anderen Zwecken verbraucht wird; da derselbe indessen auch weniger verkäuflich ist, wird er häufig nicht krystallisirt, sondern zuvörderst mit den Ueberbleibseln von der Bearbeitung des andern gemengt und dann durch Kochen wieder auf die Dichtigkeit von 2,25 (zwei und ein Viertel mal so schwer als Wasser) gebracht, worauf er so weit umgewandelt ist, so viel von seinem Krystallwasser verloren hat, um wieder zwischen 75 und 55 Grad octaedrischen Borax zu geben.

Das Zugutmachen der Mutterlauge findet in allen Fällen statt, auch die von der Krystallisation des prismatischen Borax zurückbleibende hat noch so viel Substanz um verwerthbar zu sein, allein in der Mutterlauge sind auch andere Salze enthalten und nach drei oder viermal wiederholtem Gebrauch zu immer neuen Lösungen von Borsäure und Natron, zur Erzeugung des Borax, werden diese fremden Salze so überwiegend, daß sie ein unreines Produkt geben würden. Man läßt alsdann das in der Hitze aufgelöste borsaure Natron durch Erkaltung sich ausscheiden, setzt voraus, daß es unrein sei und wirft es zu den Bröckeln und Abfällen, welche mit dem rohen Borax vereint, zum Umkrystallisiren bestimmt sind, die Mutterlauge aber concentrirt man durch Kochen, bis sich eine spiegelnde Haut darauf zeigt und nunmehr scheidet sich das schwefelsaure Natron und die schwefelsaure Bittererde aus. Was jetzt noch als Mutterlauge übrig bleibt, enthält nur werthlose Produkte und wird daher fortgegossen.

Die Darstellung des Borax aus dem als Tinkal zu uns kommenden

Produkt der indischen Industrie unterscheidet sich nicht wesentlich von dem vorher gedachten, außer darin, daß man den Tinkal von den Schmierseifen, womit er absichtlich verunreinigt ist, befreien muß. Dies geschieht dadurch, daß man ihn mit einem Procent gelöschten Kalkes versetzt und ihn in Wasser stark umrührt und darauf das Wasser abgießt, dieses sich klären läßt und mit dem klaren Kalkwasser die Mischung einige Male wiederholt. Dies beseitigt schon den größten Theil der schwer auf ihre Ursachen zurück zu führenden Verunreinigungen. Nunmehr löst man den Tinkal, d. h. die gewaschenen natürlichen Boraxkrystalle in kochendem Wasser auf, setzt dazu etwa zwei Procent Chlorcalcium, wodurch sich aus dem Chlor und dem im Borax vorhandenen Natron, Chlornatrium bildet, aus dem Calcium und dem Sauerstoff aber Kalk, der in der vorhandenen und der noch aufgelösten fettigen Substanz eine unlösliche Kalkseife bildet, die zu Boden sinkt, worauf die reine Lösung abgedampft und nach der erforderlichen Concentration in großen Bottichen krystallisirt wird.

Man hat auch ein anderes Verfahren, nach welchem man den zerstoßenen Tinkal in durchlöcherten Fässern* oder in großen Körben mit Aetznatronlauge wäscht, so lange das Wasser noch gefärbt abläuft. Die Lauge löst das Fett leichter auf und führt es von dem Borax fort. Nunmehr wird derselbe in Wasser aufgelöst und ihm ein Zehntheil seines Gewichts rohes kohlensaures Natron zugesetzt, welches sich mit den fremdartigen Beimischungen verbindet und mit ihnen zu Boden fällt. Die abgeklärte Lösung wird bis zur erforderlichen Consistenz eingekocht und dann krystallisirt.

Die Venetianer waren die ersten, welche den rohen Tinkal auf die eine Art reinigten, daher hieß gereinigter Borax lange Zeit hindurch venetianischer, die Holländer machen es auf die andere Weise; beide hielten in dem kleinlichen Neid der damaligen Zeit ihr Verfahren höchst geheim, bis es denn doch den Fortschritten der Chemie gelang, alle die alten auf Erfahrung beruhenden Kunstgriffe in wissenschaftliche Manipulationen zu verwandeln und somit in diesem Falle, wie in vielen hundert anderen, die technischen Gewerbe von der Zwangssteuer zu befreien, welche ihnen seit Jahrhunderten durch Monopolisten aufgelegt waren.

Wir haben des Borax hier erwähnen müssen, weil derselbe ein Präparat von hoher Wichtigkeit für viele Zweige der Industrie geworden ist, und der Laie befremdet fragen könnte, warum ist hier von der mir gleichgültigen Borsäure die Rede und nicht von dem Borax, den ich zur Glas-, zur Emailfabrikation, den ich zur Porzellanmalerei und zum Goldlöthen, den ich brauche um meine oxydirbare Bronce und Eisen und Kupferwaare vor der Oxydation zu schützen. Für den Chemiker brauchte derselbe nicht

hier zu stehen, denn dieser weiß, daß beim Natrium seine Stelle ist, allein des gedachten Grundes wegen zog der Verfasser vor denselben hier anzuführen.

Nachträgliches über die Borsäure.

Wir haben bereits bemerkt, daß diese Verbindung des Sauerstoffs mit dem Bor nicht häufig vorkommt, und daß sie beinahe durchweg ein vulkanisches Produkt ist, denn vorzugsweise in der Nähe der Vulkane findet man sie und recht eigentlich in den Auswürflingen, so z. B. im Boracit, der von dem Bor seinen Namen hat und nichts weiter als mit Kalk verunreinigte borsaure Magnesia ist, denen die wunderlichen Namen kubischer Quarz und Würfelstein rc. beigelegt worden sind, obwohl sich weder der Form noch auch dem Inhalt nach ein Grund zu dieser Bezeichnung findet, im Gegentheil der Boracitkörper als eine besondere Form in dem regelmäßigen Krystallsystem bezeichnet wird, welcher nicht mehr Anspruch auf den Würfel als Grundform hat, wie jeder andere regelmäßige Körper, der sich durch Abschneiden der Ecken oder Flächen oder der allmählichen Zuspitzung der Seiten oder der Abstumpfung der Kanten des Würfels darstellen läßt.

Ein anderes Vorkommen hat die Borsäure in dem Datolith, einer Verbindung von Kiesel, Kalk und Borsäure mit dem erforderlichen Krystallwasser, demnächst erscheint sie in einigen Mineralquellen, doch in Europa nirgends in so großer Menge, daß es eine Verarbeitung dieser Gewässer lohnte, wie etwa der Salzsoole auf Kochsalz. Dagegen in Asien dieselbe, wie wir bereits wissen, an Natron gebunden in solcher Menge vorkommt, daß zahlreiche Seen ihren Boden mit diesem borsauren Natron dick und mächtig incrustirt haben.

Das Vorkommen in den Suffionen von Turin ist bis jetzt noch nicht genügend erklärt und es ist um so wunderbarer, als die Dämpfe, wenn man sie durch Erkältung condensirt, fast gar keine Borsäure oder höchstens Spuren derselben enthalten, indeß eben diese Dämpfe, wenn man sie durch Wasser leitet und dadurch verdichtet, die Säure in gar nicht unbeträchtlicher Menge entwickeln.

Da mit dem Säuredampf zugleich Schwefelwasserstoffgas in Menge aufsteigt, so hat Dumas die Ansicht ausgesprochen, daß die Säure durch das Meerwasser gebildet werde, welches in die Tiefe dringe und dort auf auf Lagen von Schwefelbor stoße. Vorausgesetzt, daß ein solches Lager

wirklich vorhanden sei und nachgewiesen werden könne, läßt sich gegen die Möglichkeit nichts einwenden, denn Schwefelbor zersetzt sich wirklich in Berührung mit Wasser auf eine solche Art, daß mit dem Sauerstoff des Wassers Borsäure, mit dem Wasserstoff des Wassers Schwefelwasserstoffsäure gebildet wird.

Hiermit wäre denn auch die Temperatur der Dämpfe erklärt, denn die Wasserzersetzung durch Schwefelbor bewirkt einen beträchtlichen Hitzegrad, durch welchen die neu gebildeten Produkte gleich in Dämpfe übergeführt werden und diese Dämpfe, welche sich durch Erdspalten und Risse drängen, können sehr leicht Kalk, Magnesia ꝛc., die sie auf ihrem Wege finden, auflösen, verwandeln, mit sich fort führen.

Auch der Stickstoff und die sonstigen organischen Stoffe, welche die Dämpfe enthalten, würden auf diese Weise erklärt, indem das Seewasser solche organische Stoffe in großer Menge enthält; wenn es nur mit dieser Erklärung nicht so ist, wie mit jener berühmten über das Caspische Meer, das trotz der mächtigen Wassermasse, welche die Wolga, der Ural, der Terek ꝛc. dahinein führen, doch nicht höher steigt, nicht überläuft, wie es doch eigentlich sein müßte, was daher kommt, daß ein gewaltiger Schlund sämmtliche Gewässer aufnimmt und in einem unterirdischen Canal nach dem schwarzen Meere führt.

Die Erklärung war so lange sehr gut, bis die genaue Kenntniß der Oberfläche des Sees nachwies, daß ein solcher Meeresstrom nicht existire und barometrische Messungen und Nivellements sehr unzweifelhaft darthaten, daß der Spiegel des Caspisees 83 Fuß tiefer liege, als der Spiegel des schwarzen Meeres. Man war nun weniger in Verlegenheit, wo man das zu viele Wasser des Sees unterbringen sollte, als vielmehr, wo man dessen in genügender Menge her bekommen sollte, und da man dies nicht vermochte, ließ man es einstweilen beim Alten, ließ die Verdunstung wirken, wie sie es nach der Verschiedenheit der Jahreszeiten mußte, und den Spiegel des Sees steigen und fallen, je nachdem die Zuströmung stärker war als die Verdampfung oder schwächer, welches wieder von den Jahreszeiten abhing.

So mag es vielleicht auch mit der Erklärung des Herrn Dumas sein. Niemand hat die Lager von Schwefelbor aufgedeckt, Niemand die Canäle gesehen, welche das Meerwasser zu denselben führen, warum der Stickstoff aus dem Meere kommen müsse, ist auch schwer zu fassen, enthalten doch die Steinkohlen Stickstoff genug, um bei der Destillation Ammoniakwasser zu geben, obschon sie aus Landpflanzen bestehen, allein es ist nicht zu leugnen, daß möglicher Weise die Sache sich so verhalte, wie

sie von dem gelehrten Franzosen angesehen wird, obschon die Boraxseen in Tybet, in Hochasien gewiß keinen Zufluß von Seewasser haben.

Bor und Stickstoff. BN.

Wenn man einen Theil trocknen Borax mit zwei Theilen Salmiak genau vermengt und dann bis zum Rothglühen erhitzt, so erhält man eine weiße poröse Substanz, welche Borstickstoff ist und der obigen Formel von einem Aequivalent jedes Elements entspricht. Um diesen Körper zu reinigen, zerreibt man denselben zu feinem Pulver und kocht ihn mehrere Stunden mit schwacher Salzsäure. Da der Stickstoffbor den Säuren kräftig widersteht, so löst auch hier die Säure nur die fremden Bestandtheile, die Unreinigkeiten, und läßt den Stickstoffbor ungelöst zurück, der als feines weißes Pulver auf dem Filtrum gesammelt und mit heißem Wasser ausgewaschen werden kann.

Derselbe zeigt unter dem Mikroskop selbst bei sehr starker Vergrößerung keine Spur von Krystallisation, er scheint aus vollkommen runden Theilchen zu bestehen, weshalb er, auf die Haut eingerieben, dieser eine solche Glätte und Schlüpfrigkeit ertheilt, wie der Talk in fein vertheiltem Zustande es thut.

Er ist selbst bei sehr hohem Grade von Hitze unschmelzbar und die Temperatur, in welcher das Nickelmetall in Fluß kommt, läßt ihn völlig unverändert, um so mehr muß es verwundern, daß die gewöhnliche Lichtflamme denselben doch zum Verdampfen bringt, welches sich dadurch zeigt, daß die Ränder der Flamme, in die man den Borstickstoff, z. B. auf einem Löffelchen von Platina bringt, davon glänzend hellgrün gefärbt werden, bringt man denselben in ein Knallgasgebläse, so verbrennt er unter derselben Erscheinung einer weißlichgrünen Flamme, aber er schmilzt nicht.

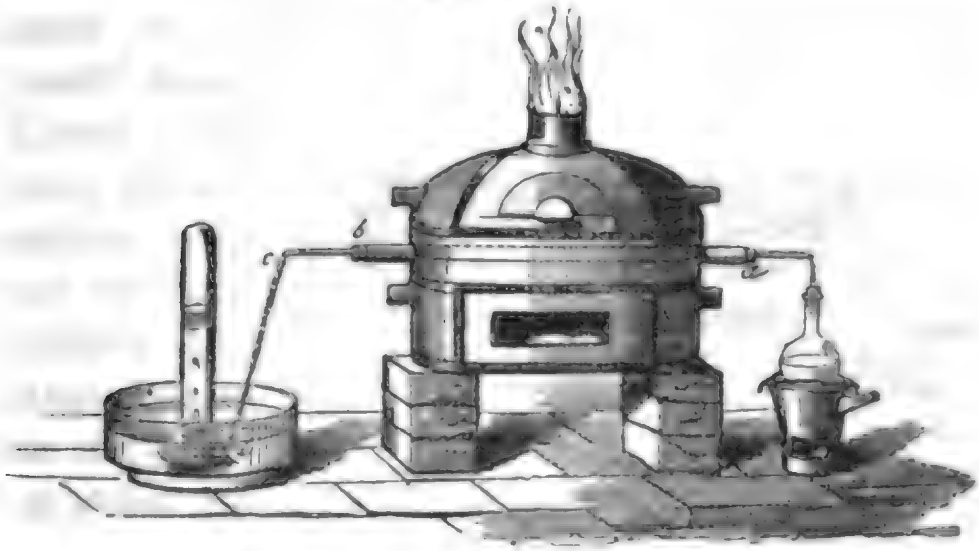
Je weniger er von Salpetersäure, Salzsäure, concentrirten Alkalilösungen angegriffen, je weniger er durch Glühen im Wasserstoffgas oder im Chlorgas verwandelt wird, desto auffallender ist, daß er in einer Porzellanröhre geglüht und durch einen Strom von Wasserdämpfen bestrichen, sich vollständig in Ammoniak und Borsäure verwandelt, daß also Borstickstoff und Wasserdampf sich gegenseitig vollständig zersetzen, indem Bor mit dem Sauerstoff, der Stickstoff aber mit dem Wasserstoff sich verbindet.

Eine Verbindung des Bor mit dem Wasserstoff ist bis jetzt noch nicht bekannt geworden.

Schwefelbor. S_3B.

Dasselbe ist leicht darzustellen, wenn man bis zum Weißglühen erhitztes Bor in Schwefeldampf verbrennen läßt. Unter Entwickelung eines starken, lebhaften rothen Lichtes bildet sich dabei das Schwefelbor, doch findet die Verbrennung keineswegs vollständig statt, weil die neu gebildete Verbindung den Rest des Bor überzieht und die Vereinigung desselben mit dem Schwefel hindert.

Fig. 389.



Nach Regnault's Angabe erhält man diese Verbindung sicherer und vollständiger, wenn man Borsäure mit Kohlen vermischt und in einer Porzellanröhre, Fig. 389, zum Rothglühen bringt und dann die Dämpfe von Schwefelkohlenstoff aus einem kleinen Kolben durch die Oeffnung a darüber hinstreichen läßt. Die Anwesenheit der Kohle ist nöthig, damit die Borsäure sich durch dieselbe zersetze, ihren Sauerstoff an die Kohle abgebe.

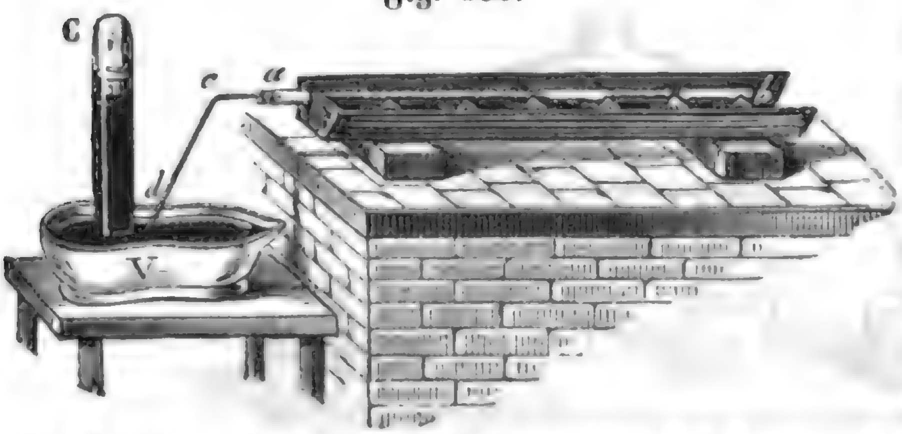
Aus der Röhre tritt nunmehr das mit dem Schwefel des Schwefelalkohols verbundene Bor und es krystallisirt bei b sofort in seidenartig glänzenden, zusammengehäuften Büscheln von weißer Farbe mit einem Stich in's gelbliche. Die gleichzeitig auftretende Schwefelwasserstoffsäure kann man, wie jedes andere Gas durch die Gasentbindungsröhre c d streichen lassen und in einer Glocke, welche mit Wasser gefüllt ist, auffangen. Das Schwefelbor wird vom Wasser augenblicklich zersetzt und wieder auf Borsäure und Schwefelwasserstoff zurück geführt.

Verbindung von Bor mit Chlor. BCl_3.

In ganz ähnlicher Weise und mit demselben Apparat wird Chlor mit dem Bor zu Borsuperchlorid vereinigt. Man bringt in eine Porzellanröhre eine Mengung von Kohle und Borsäure in gepulvertem Zustande und führt möglichst trocknes Chlorgas darüber, nachdem die trocknen Substanzen in Glühhitze verschwunden sind. Die Kohle wird in ihrer reducirenden Wirkung von dem Chlorgas unterstützt, es entsteht Kohlenoxydgas und Chlorbor.

Man kann auch, was einfacher scheint, uns aber schwieriger ist, trocknen Chlorgas über Bor führen, welcher in einer Röhre von schwer schmelzbarem Glase ab, Fig. 390, zum Weißglühen gebracht worden. Das Chlor verbindet sich hier direct mit dem Bor und führt dasselbe durch die Gasleitungsröhre cd in eine Glocke mit Quecksilber, welche in einem Gefäß V steht. Das Quecksilber verbindet sich augenblicklich mit dem unverbundenen, über das Bor hinweggegangenen Chlor, so daß sich alsbald Chlorquecksilber bildet, das Chlorbor aber in Gasgestalt sammelt sich oben in der Glocke.

Fig. 390.



Die Verbindung, Borsuperchlorid, ist ein farbloses Gas, bildet aber mit der Luft in Berührung kommend, weißen Nebel, indem es durch Anwesenheit von Wasserdämpfen (die Feuchtigkeit der Luft) sich zersetzt in Chlor und Wasserstoff einerseits, in Bor und Sauerstoff andererseits, d. h. in Salzsäure und in Borsäure, so wie feuchte Luft dasselbe zersetzt, so thut natürlich das Wasser dieses sofort auch und unter ganz gleicher Verwandlung, nur mit dem Unterschiede, daß die neu gebildeten Säuren sofort im Wasser gelöst werden.

Bor und Fluor. Borsuperfluorid. BFl_3.

Wenn man geschmolzene und dann pulverisirte Borsäure, einen Theil mit zwei Theilen Flußspath in einer Porzellanretorte der lebhaftesten Glühhitze aussetzt, so entwickelt sich die oben angegebene Verbindung in Gestalt eines

farblosen Gases, indem ein Theil der Borsäure sich zersetzt, ihr Sauerstoff mit dem Calciummetall des Flußspaths (Fluorcalcium) eine Verbindung zu Kalk eingeht und dieser mit dem nicht zersetzten Antheil von Borsäure borsauren Kalk bildet, das frei gewordene Fluor aber und das frei gewordene Bor sich gleichfalls vereinigen, so daß

aus $2BO_3 + 3CaFl$ entstehen $3CaO + BO_3$ und BFl_3.

Man kann diese Verbindung auch so einleiten, daß man die gedachten Bestandtheile in einen, am Zündloch zugeschraubten Flintenlauf bringt und diesen der lebhaftesten Weißglühhitze aussetzt. Das vordere Ende wird mit einem Kork, durch welchen eine Gasentbindungsröhre geht, verschlossen und das Gas wird über Quecksilber aufgefangen.

Das Borsuperfluorid kann in Glasgefäßen aufgenommen und darin bewahrt werden, denn es wirkt nicht auf die Kieselsäure, allein es ist doch außerordentlich ätzend, wirkt schmerzhaft auf die Haut wie alle Fluorverbindungen, welche flüssig oder gasförmig sind, zerstört überhaupt die organischen Substanzen und verkohlt z. B. Holz, wie es concentrirte Schwefelsäure thut.

An der Luft bildet es weiße Dämpfe, von der Feuchtigkeit herrührend, vom Wasser wird es mit großer Lebhaftigkeit aufgenommen. J. Davy behauptet 700 Volumen dieses Gases würden von einem Volumen Wasser absorbirt. Die Volumenveränderung des Wassers ist nicht dieser ungeheuren Aufnahme entsprechend, denn die specifische Dichtigkeit der neu gebildeten Flüssigkeit wächst in einem stärkeren Verhältniß als die Zunahme des Volumens. Nach der Sättigung hat diese Flüssigkeit ein specifisches Gewicht von 1,80.

Erwärmt man diese Flüssigkeit, so entweicht anfangs eine bedeutende Menge Gas, später destillirt sie ohne fernere Veränderung und die Substanz hat äußere Aehnlichkeit mit der concentrirten Schwefelsäure.

Ueber diese Verbindung des Borfluors und des Wassers ist die gelehrte Welt unter sich noch nicht einig, man weiß nicht, soll man sie als eine Mengung der Borsäure mit der Flußsäure oder als eine neue, die Fluorborsäure, betrachten; da aber bei der Verbindung dieser Flüssigkeit eine Base, nicht Mengungen zweier verschiedener Salze entstehen, sondern sich ein Doppelsalz bildet, so ist bei den deutschen Chemikern die Ansicht, es sei eine eigene, die Fluorborsäure entstanden, die allgemeiner verbreitete.

Im verdünnten Zustande greift diese Säure das Glas nicht an, jedoch läßt sie sich nicht in Glas- oder Porzellangefäßen concentriren, denn es wird die in einem oder dem andern enthaltene Kieselsäure zum großen Theile aufgelöst.

Kiesel (Silicium). Si.

Wir befinden uns in der traurigen Lage, etwas sagen zu müssen, was uns von denjenigen, für welche dieses Buch geschrieben ist, niemand glauben wird, obwohl wir die Versicherung geben dürfen, daß es doch in der That so sei, wie wir sagen wollen.

Der Kiesel ist eine Substanz, die nirgends frei, ohne Verbindung mit anderen Substanzen vorkommt.

Wie? was? werden meine Leser sagen — ist denn Bergkrystall nicht, sind denn die harten, weißen Steinchen, die jeder Acker zeigt und die halb durchsichtig, beinahe aussehen wie Milchglas, nicht Kiesel? ist denn der Feuerstein, ist denn endlich die ungeheure Menge von Sand und Grand und von Sandstein nicht Kiesel?

Nein lieber Leser — das alles ist nicht Kiesel, sondern Kieselsäure, von dem letztgenannten, von dem Sandstein, wollen wir gar nicht sprechen, denn dieser ist noch überdies Kieselsäure mit Kalk oder mit Thon als das Bindemittel der Körner des Sandes, die den Sandstein bilden, gemischt, allein der schöne, durchsichtige Quarz, welcher nicht selten als Schmuckstein gefaßt und der in früheren Zeiten in den Häusern hoher Herrschaften zu Kronenleuchtern verarbeitet, von welchem man Becher und Vasen machte, welche jetzt die Kunstsammlungen zieren, dieser Quarz oder Bergkrystall und der Sand auf den Feldern und das weiß und milchig aussehende Gemengsel des Granits — dieses Alles und vieles andere, was man gewöhnlich Kiesel nennt, ist Kieselsäure, eine Verbindung von Kiesel mit Sauerstoff und darum konnte der Verfasser sagen „Kiesel kommt nirgends rein, nicht verbunden mit andern Körpern vor". In dieser Form aber als Kieselsäure ist er vielleicht das allerverbreitetste Mineral, höchstens könnte er sich mit dem Kalk (einer alkalischen Erde, auch nicht ein Element, sondern ein Metall mit Sauerstoff verbunden, zu Kalk, Marmor, Kreide, Grobkalk, Muschelkalk, Jurakalk, Liaskalk rc. rc.) messen.

Der Kiesel, dessen Darstellung im reinen Zustande, ohne Sauerstoff oder irgend ein anderes Element Berzelius zuerst gelang, erscheint ohne irgend eine von jenen Eigenschaften, die wir an der Kieselsäure kennen, er ist nicht hart, nicht durchsichtig wie Glas, nicht krystallisch, nicht unverbrennlich, wie die Kieselsäure, sondern er bildet ein braunes Pulver, welches sehr dunkel, weich und fein genug ist, um die Finger so stark zu beschmutzen wie trockener Ocker, er entzündet sich in trockener Luft oder im Sauerstoffgas erhitzt, sehr leicht und verbrennt zu Kieselsäure (zu demjenigen

Stoffe, den wir eben gewöhnlich aber fälschlich Kiesel nennen) und so wie dieses geschehen, hört auch die weitere Verbrennung auf, weil die neu gebildete Kieselsäure den Kiesel überzieht und die fernere Oxydation desselben hindert.

Füllt man einen Platinatiegel zur Hälfte damit an, erhitzt man ihn eine Zeitlang sehr langsam und nur bis zum Rothglühen, steigert man aber hierauf die Hitze bis zum lebhaftesten Weißglühen, so sintert das trockene Pulver zu einer dunkelbraunen harten Masse zusammen, weiter kann man es im gewöhnlichen Feuer nicht treiben, im Feuerstrome einer großen elektrischen Batterie von 600 Bunsen'schen Plattenpaaren gelingt es jedoch den Kiesel zu einer Kugel zu schmelzen.

Säuren greifen den Kiesel nicht an, selbst Königswasser thut es nicht, die einzige Säure, der allerdings nichts anderes widersteht, ist die Fluorsäure, von deren Eigenschaften, Glas anzugreifen und aufzulösen, wir bereits gesprochen haben; eine concentrirte Auflösung von Aetzkali, von der Wärme unterstützt, thut dasselbe, allein beides nicht mehr, wenn der Kiesel geglüht und zusammen gesintert ist, in diesem Zustande verbrennt er auch nicht mehr.

Da er immer noch derselbe Körper, dasselbe Element ist, wie vor dem Glühen, so ist man berechtigt ihn zu denjenigen Körpern zu zählen, welche verschiedene allotropische Zustände haben, wie der Phosphor, der Schwefel und andere. Berzelius bezeichnet diese wie beim Schwefel mit den griechischen Buchstaben α und β und nennt den Kiesel in seiner ersten Gestalt αKiesel, nach dem Durchglühen aber βKiesel oder αSi und βSi.

Die Gewinnung des Elements Kiesel wird theoretisch am natürlichsten und einfachsten bewerkstelligt, wenn man dem Silicium der Kieselsäure ein anderes Element substituirt, welches nach dem Sauerstoff noch begieriger ist als der Kiesel. Ein solches Element ist das uns bis jetzt noch unbekannte Kaliummetall. Es geschieht hier auch das Erwartete, es verbindet sich das Kaliummetall mit dem Sauerstoff der Kieselsäure und der Kiesel wird frei, allein es geschieht dies so unvollständig und unter gleichzeitiger Bildung von kieselsaurem Kali (Glas), von Kieselkalium (man will Sauerstoffkalium, d. h. Kali erzeugen, nicht Kieselkalium), daß man diesen theoretisch sehr richtigen und einfachen Weg, doch als einen unpraktikabeln aufgegeben und einen minder einfachen aber doch zum Ziele führenden eingeschlagen hat.

Man wählt ein Kieselsalz, die Kieselflußsäure mit Kali neutralisirt zur Darstellung, man erhält Fluorkieselkalium, woraus sich der Kiesel durch Kali abscheiden läßt. In einer kleinen Glasröhre, Fig. 391, wird eine geringe Quantität des Salzes mit nahezu eben so viel (8/10 bis 9/10) Kalium

gemengt, nachdem das Salz vorher stark ausgetrocknet worden. Man bringt die Röhre, welche mit einem leicht zu entfernenden Gasentwickelungsrohr

Fig. 391.

versehen sein kann (dasselbe hat nur zum Zweck die erwärmte Luft fort und nicht wieder andere zuzulassen), in eine kleine Sandkapelle, um das Kalium zu schmelzen. Sobald dieses geschehen, befördert man unter Entfernung des Korkes die Verbindung der beiden Substanzen durch leichtes Umrühren mit einem Eisendrath. Dann aber entfernt man das Sandbad und hält die Röhre in die immer mehr zu steigernde Flamme der Flamme der Berzeliuslampe so lange bis der Inhalt der Röhre plötzlich, wie von selbst und ohne äußeren Einfluß, glühend wird und dann das in dem Fluorkiesel enthaltene Fluor mit dem beigemengten Kalium verbrennt und sich eine leberbraune Masse bildet, welche nunmehr zwei gesonderte Verbindungen enthält, Kieselkalium nämlich und Fluorkalium.

Wenn man dieses Produkt der Glühung in Wasser bringt, so löst dieses sofort das eine Salz, das Fluorkalium auf, das Kieselkalium aber wird vom Wasser zersetzt, indem das Kalium sich mit dem Sauerstoff zu Kali verbindet und das Silicium zurückläßt. Dieses wird nun auf dem Filtrum von der Flüssigkeit gesondert und sorgfältig zuerst mit kaltem, dann mit warmem Wasser ausgewaschen, dies ist nöthig, damit das etwa nicht zersetzte Fluorkieselkalium, mit welchem man die Operation begonnen hat, noch entfernt werde.

Was nun auf dem Filtrum als dunkelbraunes Pulver zurück bleibt, ist der eigentliche Kiesel, das Element, dessen Eigenschaften wir oben bereits mitgetheilt haben und dessen Verbindungen wir jetzt durchgehen müssen.

Verbindungen des Kiesel mit dem Sauerstoff. SiO_3.

Wir kennen bis jetzt nur eine solche Verbindung, nur eine Oxydationsstufe, welche man des Verhältnisses wegen, in welcher das Element und der Sauerstoff mit einander verbunden sind, eine Säure nennen muß, die Kieselsäure. Diese Stelle (die einer Säure) wurde der Kieselerde in früheren Zeiten nicht gegeben, weil die Eigenschaften einer Säure (die man

vorzugsweise im sauren Geschmack und in der Röthung des Lackmuspapiers ꝛc. fand) sehr tief verborgen lagen. Die Kieselerde galt lange für die Grundlage aller anderen Erden und man fand nur in sofern eine schwer zu erklärende Abweichung, als sie Säuren nicht neutralisirte, was doch alle andere Erden mehr oder weniger thaten. Daß dieses ein sehr entscheidendes Kennzeichen der völligen Verschiedenheit von den anderen Erden (alkalischen Erden) sei, fiel keinem ein; jetzt sagt uns die Chemie eine Säure kann eine andere nicht neutralisiren; weil nun die Kieselerde eine Säure ist, so neutralisirt sie nicht die Schwefelsäure, die Salpetersäure ꝛc. wie Kalkerde thut, welche ein Alkali ist.

Aber schon im Jahre 1666 wurde die Eigenschaft von einem damals berühmten Arzte Tachenius erkannt. Der Mann hatte so sonderbare und unehrenhafte Antecedentien, daß er es für gerathen fand, sein Vaterland zu verlassen und nach Italien, wohin ihm sein Ruf aus dem barbarischen Deutschland nicht nachfolgte, zu gehen. Otto Tachenius, zu Hereford in Westphalen geboren, war zuerst Apotheker, kam dann zu einem Arzte in die Lehre um Medicin zu studiren, ein zünftiges Gewerbe wie das der Maurer und Schuster; noch jetzt in England fast ausschließlich so betrieben, wie auch H. Davy zu einem solchen Arzte und Apotheker in die Lehre kam, Salben bereitete, Aderlassen, Pillen fabriciren und Nervenfieber kuriren lernte, bis er noch vor beendeter Lehrzeit zum Chemiker einer Gesellschaft gemacht wurde, welche Alles mit Gas kuriren wollte, der Pneumatic Society zu Clifton.

So war dies auch früher in Deutschland, bis die Universitäten sich zu ihrer jetzigen Höhe erhoben und die Regierungen einzusehen begannen, daß man das Leben und die Gesundheit von tausend vertrauensvollen Menschen doch nicht so ganz ohne Prüfung des Werthes dem ersten besten Lehrling eines Charlatans überlassen dürfe.

Tachenius fand es angemessen, seinen Lehrherrn, nachdem er ihm seine Künste und Manieren, seine Kunstausdrücke abgelauscht, zu bestehlen und mit dem Raube zu entfliehen. Er floh nach Schleswig (ich will lieber sagen nach Dänemark, da es bekanntlich kein Schleswig mehr giebt — mein Buch könnte wegen dieses Wortes so von der Grenze zurückgewiesen werden, wie ein Brief an eine Person in Altona oder Rendsburg, weil darauf zur näheren Bezeichnung steht „in Hollstein" oder „in Schleswig"), er floh nach Kiel in Dänemark, wurde dort wieder Apothekergehülfe, floh wieder von da nach Danzig, nach Königsberg, machte überall nicht gerade sehr ehrenvolle Streiche und ging schließlich nach Italien, woselbst er mit seinem ausgebreiteten Wissen eine solche Bewunderung erregte, daß Bologna ihm den medicinischen Doctorhut gab.

Nunmehr war sein Glück gemacht und er wußte durch ein damals sehr wirksames Verfahren dasselbe an seine Fersen zu fesseln, er erfand ein Arkanum, ein geheimnißvoll wirkendes Medicament, dem er auch noch einen geheimnißvollen Namen gab, das Vipernsalz, welches er sich mit seinem zehnfachen Gewicht an Gold bezahlen ließ. Er legte sich als Apotheker auf chemisch bereitete Arzneien und suchte zu beweisen, daß Hypokrates diese schon angewendet und für die wirksamsten gehalten habe. Auch beginnen mit ihm solche Medicamente in Italien eine allgemeine Verbreitung zu erhalten.

Zu seinen chemischen Arbeiten gehört vorzüglich die Darstellung der Pottasche, welche man tachenisches Salz nannte und die er zuerst aus verbrannten Pflanzen, deren Asche er auslaugte, gewann. Ueber die Wunderwirkungen dieses Salzes, ferner des Alkahest, ferner über das chemisch medicinische Verfahren des Hypokrates und manches andere, hat er voluminöse Werke in lateinischer Sprache geschrieben und in diesen findet sich auch seine Ansicht über den Kiesel, welcher viel eher saure Eigenschaften zeige, als die entgegengesetzten, denn er verbinde sich wohl mit dem Alkali, werde aber nicht von Säuren angegriffen, wie dies doch für alle anderen alkalinischen Körper gelte.

Diese durchaus richtige Ansicht war doch ganz vergessen, weil nur sehr wenige sich mit dem Studium der Geschichte ihrer Wissenschaft beschäftigen. Der Professor der Chemie Jak. Jos. Winterl zu Eisenerz, ein Mann von zwar sehr reger Phantasie, aber von einer solchen Oberflächlichkeit in dem Fache, welchem er sich ergeben hatte, daß alle seine Entdeckungen sich als Schwindeleien, als absichtliche Täuschungen Anderer, oder als unabsichtliche Selbsttäuschungen auswiesen, erwähnte (zwar ohne Angabe der Quelle seiner Entdeckung) gleichfalls dieser größeren Aehnlichkeit der Kieselerde mit einer Säure als mit einem Alkali; aber gerade die Persönlichkeit Winterls mochte wohl machen, daß man nach so vielen, durch ihn erfahrenen Täuschungen, auch diesen Gedanken, vielleicht ohne ihn zu prüfen (da doch alle seinen Erfindungen angethane Prüfungen immer nur zu demselben Resultate geführt hatten, zu dem, daß seine Versicherungen unwahr seien) verwarf oder ihn, wie alles was er noch am Anfange dieses Jahrhunderts (starb 1809) losließ, nicht beachtete.

Endlich trat Berzelius 1811 mit derselben Ansicht und 1814 mit einer äußerst detaillirten Arbeit über den Kiesel auf und er bewies, daß die Kieselerde sich in bestimmten Verhältnissen mit Basen vereinige, und daß die kieselhaltigen Mineralien kieselsaure Salze seien, deren Zusammensetzungsverhältnisse den unterdessen sich immer mehr befestigenden Lehren von den bestimmten Werthen in der Vereinigung der Elemente sich genau

anschlössen. Es hat bis jetzt sich noch nichts ergeben, was diese Ansicht widerlegt oder auch nur modificirt hätte.

Die Kieselsäure oder Kieselerde kommt theils rein, theils mit anderen Substanzen vereinigt, in ungeheuren Mengen und über die ganze Erde weit verbreitet vor. Wir haben bereits mehrere der Steine angeführt, welche aus Kieselerde bestehen, wir wollen noch einige derselben nennen, wiewohl jene S. 304 gedachten immer die Hauptmassen bilden.

Zu der Gruppe der Kieselerde in der Form des Bergkrystalls gehört der Amethist, der durch Mangan violet gefärbt ist, der falsche Topas, durch Eisenoxydhydrat gelb gefärbt, der Eisenkiesel, durch Eisenoxyd roth gefärbt, der Kieselschiefer, ein mit Thon und Kohle schwarz gefärbter Quarz, ferner der Jaspis, mit Thon und Eisenoxyd grün gefärbt.

Der Kiesel in seinen schönsten Farben und bunten Mengungen ist der Jaspis, der Onyx der Alten, woraus sie ihre Gemmen schnitten, der Achat, der Chalcedon, der Chrysopras und der Heliotrop.

Der Opal und der Hyalith scheinen eingetrocknete Kieselsäuregallerte. Mit diesen edlen Steinen stehen auf gleicher Stufe der Feuerstein und der Hornstein, welche im Wesentlichen amorphe Kieselsäure sind, indessen die Quarzspecies nichts anderes als krystallisirte Kieselsäure enthalten.

Als Kieselsinter zeigen sich in vulkanischen Gegenden ungeheure Massen der Kieselsäure, die Substanz, welche bei der Versteinerung der Pflanzen oft in weit ausgedehnter Weise wirkt, ist Kieselsäure, aber in unglaublicher Ausdehnung kommt Kieselsäure in Verbindung mit anderen Elementen vor, wir dürfen nur an das Verwitterungsprodukt des Feldspath, an den Thon erinnern, dies ist kieselsaure Thonerde und der Lehm ist dasselbe, nur noch mit Sand (also wieder Kieselsäure) mechanisch gemengt.

Durch mikroskopische Untersuchungen hat man gefunden, daß der Trippel, der Kieselguhr, der Polierschiefer aus den Panzern kleiner Thiere, Infusorien bestehe, und daß diese Thiere unermeßliche Lager von solchen Kieselschalen gebildet haben, ja dergleichen sind noch fortwährend im Entstehen und im Fortwachsen, wie die Diatomeenlager beweisen, deren einzelne Mitglieder Leben und Bewegung haben, über deren Besitz sich aber die Zoologen und Botaniker streiten, indem die Letzteren sie zu Pflänzchen, die Erstern sie zu Thierchen machen.

Bis soweit ginge — abgesehen von andern Verbindungen, die unzählig sind — das Vorkommen der Kieselsäure im Mineralreiche, allein das Pflanzenreich weist sie gleichfalls in ungeheurer Menge, das Thierreich, abgesehen von den Kieselpanzern der Infusorien, wenigstens in genügend wahrnehmbarer Menge auf.

Die Pflanzen betreffend, so hat die Rinde der Eiche und der Birke,

so haben die stacheligen, schuppigen Rinden der Palmen dieselbe so stark, daß die Axt daran stumpf wird. Was den Mäher nöthigt, seine Sense so oft zu schärfen, ist der Kiesel, der in jedem Getreidehalm die äußerste glänzende Haut bildet; im Schachtelhalm und im sogenannten Schaffheu, einer Equisetumspecies, welche auf den sandigen Aeckern wächst und in Württemberg vorzugsweise zum Scheuern des Kupfer- und Zinngeschirrs benutzt wird (daher der Name, von Schaffen, d. h. arbeiten), befindet sich die Kieselsäure auf der äußeren Haut in solcher Menge, daß diese Haut scharf und rauh anzufühlen ist, und daß sie nicht nur Zinn und Kupfer, sondern daß sie gehärteten Stahl angreift, wodurch, abgesehen von den Beweismitteln der Chemie, schon ihr Vorhandensein dargethan wäre. Der Stahl im Zustande der Härtung wird nur von der Kieselsäure und vom Diamant angegriffen. (Also auch die Kohle ist so hart, ja allerdings noch härter als die Kohlensäure, wir brauchen gar nicht bis zum reinsten Kohlenstoff, dem Diamant zu gehen, die gewöhnliche, ausgebrannte Holzkohle schleift den bis dahin von anderen Substanzen sehr fein geschliffenen gehärteten Stahl noch feiner, und wenn der gehärtete Stahl polirt, durch rothes Eisenoxyd spiegelglänzend geworden ist, so schleift benetzte Holzkohle diesen polirten Stahl wieder matt.)

Aber in noch viel größerer Menge haben die sämmtlichen Rohrgattungen — von unserm gewöhnlichen Rohr, welches wir zu den sogenannten Gypsdecken und zu den landwirthschaftlichen Gebäuden als Material zur Bedachung brauchen, bis zum Arundo donax der italischen Sümpfe, welches 40 Fuß hoch wird und zum Bambusrohr der tropischen Gegenden — die Kieselsäure in der äußersten Lage ihrer Rinde. Diese Verbindung des Kiesels mit dem Sauerstoff ist so hart, daß kein Messer gegen die ausgewachsenen, trockenen, mehr als einjährigen Rohre Stand hält, ja sie greifen den Stahl so stark an, daß man ihn durch das nicht gerade feinste Prüfungsmittel, durch den Magnet erkennen kann. Ein Stück gewöhnlichen Rohres von einem Fuß Länge, mit einem Messer abgeschnitten und in der Mitte an einen Faden aufgehängt, so daß dasselbe horizontal schwebt, wird, wenn es zur Ruhe gekommen, von einem Magnet angezogen, wegen der Eisenpartikelchen, die es von dem schneidenden Messer abgerissen. Hat man das Stück Rohr mittelst eines Feuersteinsplitters abgeschnitten, so findet dieses nicht statt.

Am auffallendsten ist die Menge der Kieselsäure in denjenigen Palmen, die wir gewöhnlich mit dem sehr zweideutigen, vieldeutigen Namen „spanisch Rohr" bezeichnen. Die Kletterpalmen, welche durch ihre zweihundert, ja vier- bis fünfhundert Fuß langen Stämme (zu solcher Länge hat man sie messend verfolgt, sie werden vielleicht noch viel länger) die tropischen

Wälder so unwegsam machen, indem sie in unendlichen Verschlingungen jeden Pfad versperren, alle Bäume so unter einander verflechten, daß man nirgends durchdringen kann, diese Palmenart, die man mit dem bezeichnenden Namen „Kletterpalmen" belegt, weil sie an den Stämmen der Waldbäume aufsteigen, haben die Kieselsäure in solcher Menge in ihrer Rinde, daß man beinahe sagen kann, die Rinde besteht nur aus Kieselsäure. Mit einem gehärteten Stahlstäbchen an solchem Stücke eines Palmenstammes (das sogenannte Stuhlrohr, mit dessen äußeren Streifen unsere Rohrstühle geflochten werden, gehört zu diesen Palmen und ist weit davon entfernt ein Rohr, d. h. eine Grasart zu sein) rasch hernieder fahrend, erhält man lebhaft sprühende Funken, und man könnte sagen, nicht „Stahl und Stein geben Feuer" sondern Stahl und Holz geben Feuer, wenn nicht eben dieses Holz, oder vielmehr dessen Rinde, wirklich Stein, nämlich Kieselsäure wäre.

Die Thiere nun betreffend, so haben wir bereits gesagt, daß es Infusorien giebt, welche ganze Gebirgsformationen liefern aus ihren K i e s e l panzern, so wie es ganze Gebirge giebt aus den K a l k schalen anderer; allein selbst die höheren Thiere entbehren der Kieselsäure nicht, so ist unzweifelhaft, daß dieselbe sich in den Kielen der Vogelfedern findet, bei einigen, z. B. denen des Auerhahns und seiner Verwandten ist dieses so bedeutend, daß ein gutes Federmesser daran schartig wird, ein schlechtes sich umlegt.

So finden wir denn, gleich dem Kalk, die Kieselsäure durch alle drei Reiche der Natur in ungeheuerstem Maße verbreitet und müssen in ihr einen der allerwichtigsten Bildungsstoffe der Natur erkennen, Calciumoxyd und Kieseloxyd oder in gewöhnlicher, allgemein verständlicher Weise gesprochen, Kalk und Kiesel, bilden fast ausschließlich die feste Oberfläche der Erde.

Reine Kieselsäure.

Es scheint überflüssig, eine künstliche Darstellung derselben zu versuchen, denn im farblosen Quarz, im wasserhellen Bergkrystall ist sie vollkommen rein, nur mit dem nöthigen Krystallisationswasser versehen. Um sie im fein vertheilten Zustande zu erhalten, glüht man Stücke Quarz und wirft dieselben hellroth glühend in kaltes Wasser, worauf der so behandelte Quarz leicht zu pulverisiren ist. Das Pulver, welches man so erhält, und wäre es durch noch so feines Seidenzeug gesiebt, fühlt sich rauh und scharf an, das Mikroskop zeigt, daß man nicht Kügelchen, sondern

scharfkantige Splitter vor sich habe. Bringt man eine Spur von diesem Pulver zwischen die Zähne, so knirscht es und thut weh, indem es die Knochenhaut, welche auch die Zähne überzieht, verletzt.

In dem Zustande solcher Reinheit ist das Mineral, welches uns die Kieselsäure bietet, der Bergkrystall immer in Form einer sechsseitigen Säule, mit einer sechsseitigen Pyramide zugespitzt, krystallisirt; manchmal, besonders auf Quarzdrusen, hat sich die Pyramide noch nicht über das Niveau der Druse erhoben, dann sieht man nur diese sechsseitige Spitze, die dazu gehörige Säule ist noch nicht ausgebildet. Dieser Krystall ist so hart, daß er Glas ritzt und von einer Feile nicht angegriffen wird.

Soll die Kieselerde rein dargestellt werden aus Substanzen, welche sie in Menge enthalten, aber nicht vollkommen rein, so verfährt man, nach Regnault's Angabe, wie folgt.

Man zerstößt auf die angegebene Weise (nach vorherigem Glühen und Ablöschen) Quarz, Feuerstein, reinen Sand, oder sonst ein größtentheils aus Kieselsäure bestehendes Mineral, zu einem ganz feinen Pulver, dann mengt man sorgfältig einen Theil desselben mit vier Theilen kohlensauren Kali's oder Natron's und schmilzt dieses Gemenge in einem Platinatiegel. Eine große Quantität der Kohlensäure entweicht und es bildet sich kieselsaures Kali. Wenn dieses lange genug im geschmolzenen Zustande erhalten worden und dann erkaltet ist, so löst es sich vollständig im Wasser. Da nicht alle Kohlensäure verjagt werden konnte, weil des Alkali's zu viel war, um ganz zersetzt zu werden, so enthält die wässerige Lösung neben dem kieselsauren Kali oder Natron, auch noch kohlensaures.

Es kommt nun darauf an, die Kieselsäure aus der Lösung zu scheiden. Dies geschieht ganz leicht durch einen Zusatz von Salzsäure. Allein hier tritt der sonderbare Umstand ein, daß das Gelingen der Operation gänzlich von der Art, wie man Säure und Lösung vereinigt, abhängt. Gießt man nämlich die erforderliche Masse Salzsäure auf einmal in die Lösung, oder gießt man umgekehrt die Lösung in die Säure, so bildet sich Kieselsäuregallert, so durchsichtig wie das Wasser selbst und man kann diese Gallerte nicht durch das Filtrum von der Flüssigkeit trennen, setzt man dagegen die Säure tropfenweise zu der Lösung der Kieselsäure und des Alkali in Wasser, so schlägt sich, die erforderliche Concentration vorausgesetzt, die Kieselsäure vollständig nieder. War die Lösung verdünnt, so bleibt viel Kieselsäure darin zurück.

Hat man jedoch zur Lösung des kieselsauren Alkali's möglichst wenig Wasser genommen, oder hat man das überflüssige Wasser durch Erhitzung verjagt, so scheidet sich die Kieselsäure als eine so consistente Gallerte aus, daß sie durch das Filtrum vollständig zurückgehalten wird.

In diesem Zustande bildet die Kieselsäure ein Hydrat, sie verliert aber dieses Hydratwasser sehr leicht durch dauernde Erhitzung, dann bildet sie ein äußerst zartes, weißes und so leichtes Pulver, daß jeder Windhauch es entführt. Im Wasser ist dieses Pulver wieder löslich, hat man es aber erst ausgeglüht, so hört seine Löslichkeit auf.

Die Kieselsäure bildet mit dem Weingeist einen Aether, so gut wie die Essigsäure, Schwefelsäure ꝛc. Aus diesem vermag sie sich durch langsame Verdampfung des Lösungsmittels vollständig abzuscheiden; sie bildet anfangs eine durchsichtige Gallerte von mäßiger Beweglichkeit; wenn aus der schlecht verkorkten Flasche nach und nach der Aether entweicht, wird diese Gallerte immer dicker und konsistenter und zuletzt wird dieselbe glashart und behält dabei ihre vollständige Durchsichtigkeit.

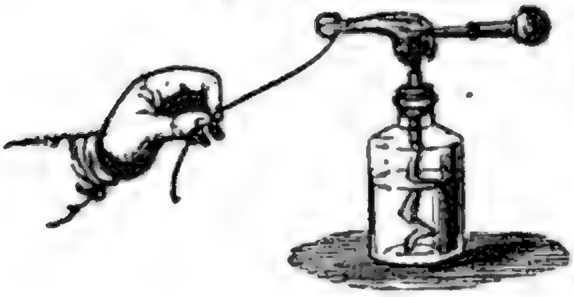
Die trockene, pulverige Kieselsäure zeigt sich im Wasser und in Säuren bald löslich, bald unlöslich. Man war der Ansicht, daß dieses mit ihrem Antheil an Hydratwasser, oder mit ihrer gänzlichen Befreiung davon zusammenhänge. Berzelius glaubt jedoch, daß beide Arten Kieselsäure vollkommen gleich seien, und daß ihr Verhalten gegen die auflösenden Substanzen nicht mit der Anwesenheit oder Abwesenheit von Hydratwasser zusammenhänge. Er nennt die Modification der Kieselsäure, welche nicht auflöslich ist, **a** Kieselsäure, die auflösliche dagegen **b** Kieselsäure und hält sie, wie krystallinischen und amorphen Schwefel, wie gewöhnlichen und rothen Phosphor, für in sich gleich, nur verschieden durch ihre allotropischen Zustände.

Da die Kieselsäure im Wasser vollständig löslich ist, so glaubt man schließen zu können, daß diejenige, welche wir im festen Zustande in der Natur finden, einst auch im Wasser gelöst gewesen und sich entweder in krystallinischer oder in amorpher Form daraus niedergeschlagen habe. Diese Ansicht wird sehr unterstützt, dadurch daß man in sehr vielen Quellen freie Kieselsäure aufgelöst findet, daß einige vulkanische Quellen, wie z. B. die auf Island, die Kieselsäure in solcher Menge enthalten, daß dieselbe sich als ziemlich festes Gestein, als Kieselsinter absetzt und endlich dadurch das Holz und andere Substanzen, mit Beibehaltung ihrer Form, in Achat umgewandelt werden, was in anderer Art, als dadurch, daß die Körper mit einer Lösung von Kieselsäure durchdrungen werden, und daß die Säure in ihrer natürlichen Form sich in ihnen absetzt, gar nicht erklärt werden kann.

Die Kieselsäure ist in denjenigen Hitzegraden, welche unsere Oefen, selbst die Porzellanöfen geben, völlig unschmelzbar, allein im Knallgasgebläse, oder, was ziemlich dasselbe ist, in einer Weingeistflamme, durch welche ein Sauerstoffgasstrom geführt wird, kann man dieselbe schmelzen.

Aus einem Platindrath zieht man eine Schleife, wie Fig. 392 dieselbe zeigt und klemmt in dieselbe ein angemessen großes Stück Quarz, oder künstlich dargestellte aber geglühte, das heißt zusammengesinterte Kieselsäure, die pulverförmige läßt sich begreiflich nicht in solche Schleife fassen.

Fig. 392.



Durch eine Weingeistflamme, wie Fig. 392 dieselbe zeigt, läßt man nun den Sauerstoffgasstrom gehen (aus einem Gasbehälter durch die erforderliche Röhrenleitung kommend, von welcher man hier nur die Spitze sieht) und hält den Drath so, daß die Schleife von der vollen Flamme getroffen wird. Hier zunächst der Spitze der Flamme, entsteht eine solche Hitze, daß Platina darin geschmolzen wird, und in dieser Temperatur fließt auch die Kieselsäure zu einem farblosen Korn, zu einem durchsichtigen Kügelchen zusammen. So lange die Kieselsäure noch geschmolzen und weißglühend ist, würde sie sich formen, pressen lassen, sie ist dann zäheflüssig und giebt Eindrücken nach; von zwei Seiten gefaßt, kann das Kügelchen haarfein ausgezogen werden, und diese Haare sind höchst elastisch, ja was in Erstaunen setzen muß, sie erhalten noch eine erhöhte Elasticität, wenn man sie in weißglühendem Zustande in Wasser taucht. Läßt man den in der Schleife geschmolzenen Tropfen Kieselsäure in Wasser fallen, so zeigt das so gewonnene Kügelchen eine solche Härte, daß es nicht nur dem Hammer widersteht, sondern daß es sogar in dem Stahl einen Eindruck zurück läßt.

Wenn man das vorher gewogene Stückchen Quarz stundenlang geschmolzen erhält, so verflüchtigt sich nichts davon. Die Kieselsäure ist also höchst feuerbeständig; sobald man jedoch einen beträchtlichen Antheil Wasserdampf zur glühenden Kieselerde treten läßt, so verflüchtigt sich diese in einer Temperatur, welche weit unter der Schmelzhitze der Kieselerde liegt. Das Töpfergeschirr besteht aus zusammen gesinterter kieselsaurer Thonerde (Porzellan aus geschmolzener kieselsaurer Thonerde, der Thon zum Porzellan ist nur viel feiner und um die Verbindung zu schmelzen braucht man eine viel höhere Temperatur), das was man gewöhnlich Thon nennt, ist diese Verbindung, muß bearbeitet und geformt, muß als Topf langsam getrocknet und wenn dieses möglichst gut geschehen ist, geglüht werden.

Läßt man durch solchen, in der Gluth befindlichen Ofen einen Strom Wasserdampf gehen, so verflüchtigt sich unter Mitwirkung dieses Dampfes die Kieselsäure in solcher Menge, daß dieselbe sich wie Reif an den Wänden des Schornsteins ansetzt und besonders die Mündung des Rauchfanges,

welche am wenigsten erwärmt ist, wie mit einem feinen Schnee bedeckt, indeß doch der größte Theil noch mit dem Luftstrom fortgeführt wird.

Es erklärt dies das ungleiche Verhalten der Brände, welche durchaus nicht immer gerathen. Der Töpfer weiß sich dieses nicht zu erklären, der Chemiker, der sich mit der praktischen Anwendung seiner Wissenschaft beschäftigt hat, sagt ihm, du hast unzweifelhaft zu diesem schlechten Brande nasses oder wenigstens nicht genügend trockenes Holz gehabt. Das nasse Holz verflüchtigt eine große Masse Wasser, welches in Dampfgestalt durch die Räume geht, die nichts als die trockene Flamme bespülen soll. Wenn sie nun mit Feuchtigkeit beladen, einen Theil der Kieselsäure hinweg führt, so heißt dies nichts weiter, als die vorhandene Verbindung, die kieselsaure Thonerde wird theilweise zersetzt.

Verbindungen von Kieselsäure mit Wasserstoff und Stickstoff sind nicht bekannt, dagegen existirt eine solche Verbindung mit dem Schwefel.

Schwefelkiesel.

Diese Verbindung wird dargestellt, wenn man die Dämpfe von Schwefelkohlenstoff über Kieselsäure streichen läßt, welche in hellroth glühendem Zustande befindlich; zwei Antheile Kieselsäure mit drei Antheilen Schwefelkohlenstoff verbunden, geben zwei Antheile Schwefelkiesel (Kieselsupersulfid) und drei Kohlensäure:

$$2SiO_3 + 3CS_2 \text{ geben } 2SiS_3 + 3CO_2.$$

Behufs der Darstellung dieses Präparats wählt man übrigens lieber die künstlich gewonnene, als die natürliche Kieselsäure, weil die erstere viel lebhafter angegriffen wird durch den Schwefelkohlenstoff, als dieselbe Säure in Gestalt des Bergkrystalls.

Der Schwefelkiesel zeigt sich in Gestalt langer, fadenartig glänzender Nadeln. In das Wasser geworfen zersetzt er sich leicht unter lebhafter Entwickelung von Schwefelwasserstoffgas und es bildet sich wieder Kieselsäure, welche vollständig im Wasser gelöst bleibt. Dies giebt eine sehr gute Methode die Kieselsäure in Wasser gelöst darzustellen. Es bedarf keiner Beschreibung des Vorganges, denn in dem Angeführten ist alles Erforderliche darüber gesagt; man wirft den Schwefelkiesel in Wasser, dies ist genügend zur Darstellung. Die so gewonnene Lösung der Kieselsäure ist völlig geschmacklos, röthet auch das Lackmuspapier nicht, dampft man diese Lösung ab, so wird sie syrupartig, gallertartig, dann kleisterartig dick und zuletzt schrumpft sie immer mehr zusammen und läßt sich zur Staub-

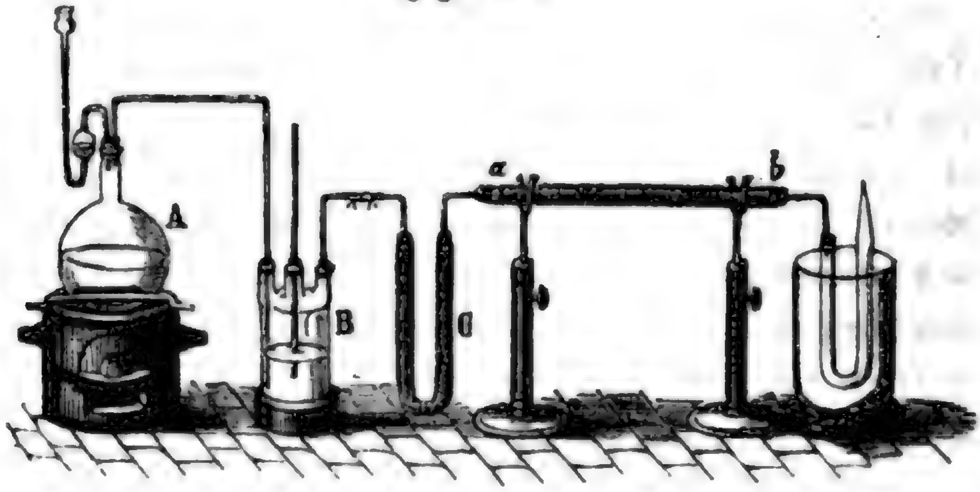
trockenheit bringen, ohne daß während dieser Zeit beim Erkalten, in welchem Stadium der Consistenz es sei, sich eine Spur von Krystallisation zeige. Die pulverige trockene Kieselsäure läßt sich aber durch Zusatz von Wasser wieder erweichen und völlig auflösen, hat man aber beim Abdampfen Schwefelsäure oder Salzsäure zugesetzt, so ist sie, einmal trocken geworden, nicht mehr löslich und zwar weder im Wasser noch in den gedachten Säuren. Hier bildet sich der von Berzelius unterschiedene Zustand der Löslichkeit und Nichtlöslichkeit. Die in beiden Fällen übrig bleibende Kieselsäure ist sich selbst ganz gleich, aber die mit Säuren behandelte ist die a Kieselsäure, unlöslich, die ohne Säuren behandelte ist löslich, ist die b Kieselsäure.

Chlor und Kiesel. $SiCl_3$

Das Chlor verbindet sich mit dem Kiesel in der Glühhitze direct; es bildet sich eine farblose, flüchtige Flüssigkeit, der Chlorkiesel. Allein man macht die Sache leichter und sicherer, wenn man den Weg der Theorie verläßt und den der Erfahrung einschlägt, welcher, wie bereits verschiedenemal gezeigt, der bequemere ist.

Man verbindet den Kiesel zuvörderst mit Kohle, beide im gepulverten oder noch feiner vertheilten Zustande, z. B. als Sublimat, wie der Kiehn- oder Lampenruß. Man thut zu der Mengung so viel eines fetten Oeles, daß daraus ein bildsamer Teig entsteht, von diesem formt man kleine Kügelchen, rollt sie in Kohlenstaub so, daß sie nicht an einander backen, bringt sie in einen Tiegel mit gut schließendem Deckel, läßt sie glühend werden, hierauf erkalten und nun benutzt man sie zur Darstellung des Chlorkiesels.

Fig. 393.



Die Kügelchen werden in eine Porzellanröhre ab Fig. 393 gelegt, welche beiderseitig mit Kork verschlossen und mit Zuleitungsröhren versehen

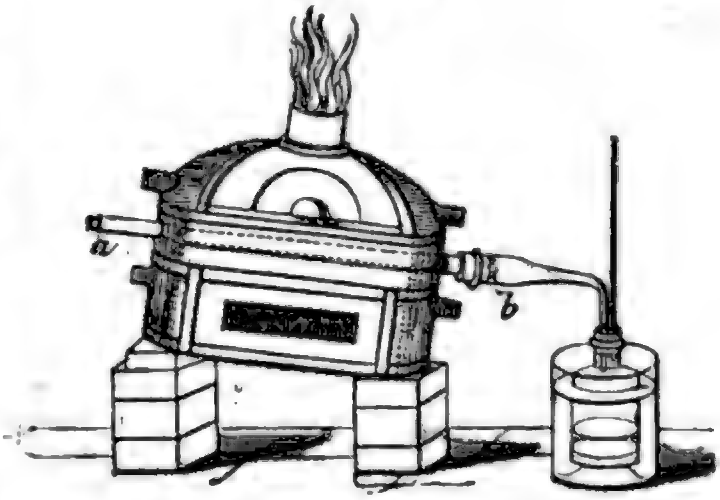
ist. Sie liegt mit ihren beiden Enden auf metallenen Stützen, so daß man zwischen dieselben einen Kasten mit glühenden Kohlen bringen kann.

In dem Kolben A wird auf die bekannte Weise Chlorgas entwickelt, dasselbe streicht zuvörderst durch die Flasche B, in welcher concentrirte Schwefelsäure befindlich, die den größten Theil der Feuchtigkeit aufnimmt, dann geht das Chlorgas durch die mit Chlorkalk gefüllte Röhre C, welche die letzte Spur der Feuchtigkeit zurückhält und nun tritt das ganz getrocknete Gas in die Röhre, in welcher Kieselsäure und Kohle enthalten ist. Wenn sich Chlor am Ausgange zu zeigen beginnt, wird die Porzellanröhre erhitzt und nun verbindet sich der Chlor sogleich mit dem Kiesel.

Um dasselbe aufzufangen befindet sich eine weitere U förmig gekrümmte Röhre innerhalb einer Glocke, welche umgekehrt auf einem Strohkranz steht und bestimmt ist eine Kältemischung aufzunehmen. Sobald die Operation im vollen Gange ist, verdichtet sich der gasförmige Chlorkiesel in der gekrümmten Röhre zu einer klaren Flüssigkeit.

Zur Erglühung der Porzellanröhre genügt, wenn sie nicht sehr dünn von Masse ist, ein bloßes flaches Kohlenbecken in der Regel nicht, man thut daher besser, wenn man die Röhre ab, wie Fig. 394 zeigt, in einen Ofen legt, welcher regelrecht geheizt werden kann. Das Gefäß zum Auffangen des Chlorkiesels hat hier eine andere Form, worauf es selbstverständlich nicht ankommt, sondern lediglich auf die Möglichkeit das Destillat zu einer genügend niedrigen Temperatur herab zu drücken, was man durch eine Mischung von Eis und Salmiak in seiner Gewalt hat.

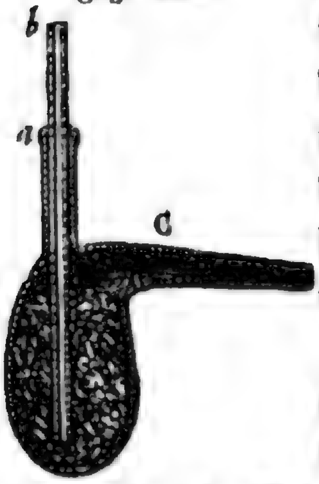
Fig. 394.



Will man den Chlorkiesel in großen Quantitäten bereiten, so genügt dazu eine Veranstaltung wie die gedachte nicht, man ersetzt alsdann die Porzellanröhre durch eine Retorte von Steingut, welche gestaltet ist, wie Fig. 395. Dieselbe hat eine Tubulatur, einen Ansatz a, welche ziemlich hoch ist und kurz hinter der Krümmung des Halses C der Retorte steht. die gegenwärtige Figur giebt den Durchschnitt, man sieht bis wie weit die Retorte mit den Kügelchen aus Kohle und Kieselerde gefüllt sein darf, man sieht aber auch, daß in dem Ansatzrohr a, in der Tubulatur eine andere Röhre steckt, welche oben aus der Tubulatur hinaus, unten aber beinahe bis an den Boden der Retorte hinab reicht. Diese Röhre ist von Porzellan und ist bestimmt das Chlorgas einzuführen.

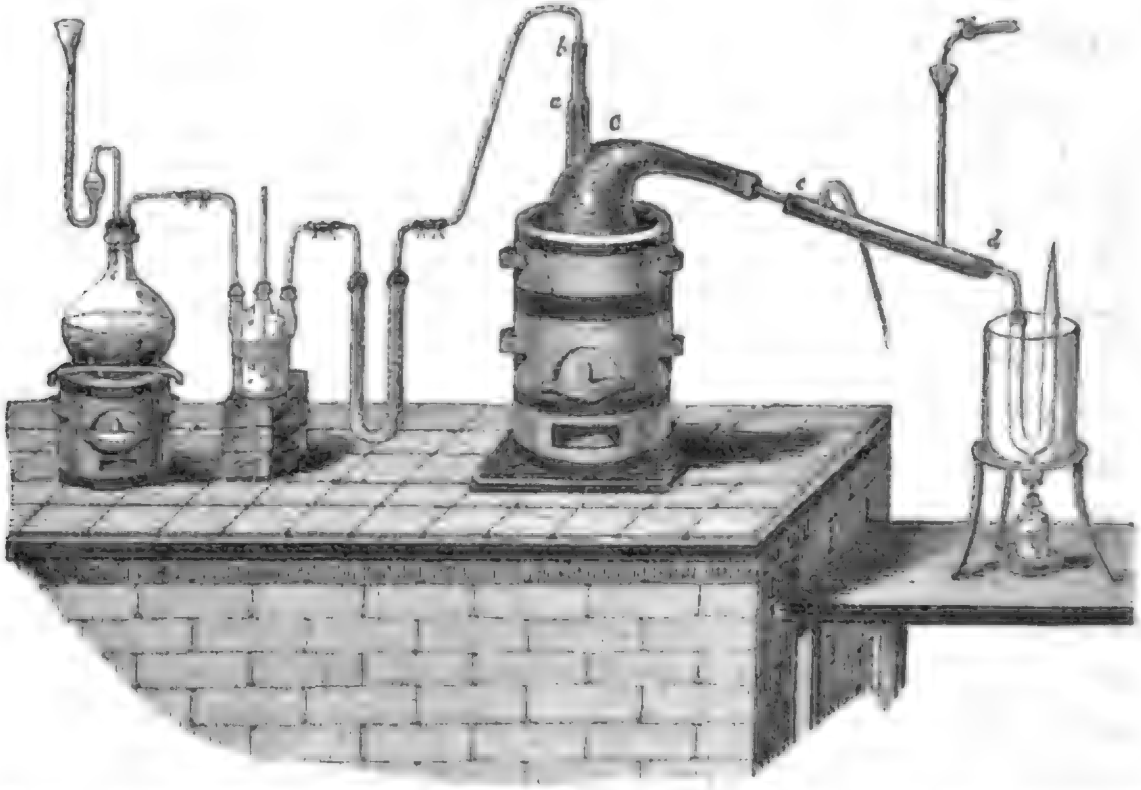
Die ganze Veranstaltung sehen wir in der Fig. 396 vor uns. Auf dem Heerde steht der kleine Ofen, der den Kolben zur Entwickelung des Chlorgases trägt. Daneben sieht man die Mittelflasche für die Schwefelsäure, welche die Unreinigkeiten, mit denen das Chlor beladen sein könnte und das gröbste von dem mitgeführten Wasser aufnehmen soll. Hieran schließt sich die U förmig gekrümmte Röhre mit Chlorcalcium und nun kommt die Glasröhre, welche das Chlor zur Porzellanröhre b führen soll.

Fig. 395.



Die drei Verbindungsstellen zwischen Kolben und Flasche, zwischen dieser und der Chlorcalciumröhre und endlich die zwischen der letztgenannten und der Glasröhre welche in die Retorte führt, werden zweckmäßig auf die uns bekannte Art mittelst dünner Blätter von Gummi elasticum gemacht, die Verbindung aber zwischen dieser Glasröhre und der Porzellanröhre b Fig. 396 **darf nicht** so gemacht werden, indem die Retorte glühend und also auch die Porzellanröhre heiß wird. Die Retorte steht in einem gut ziehenden Ofen und der Schooß derselben muß Glühhitze erhalten, hierdurch wird die im Innern angehäufte Kohle und der Kiesel bis oben hin genügend erhitzt, um so mehr als der letztere im Chlorgas verbrennt, also sich selbst ferner erhitzt, wenn der Prozeß vollständig eingeleitet ist.

Fig. 396.



Auch hier hat man übrigens darauf zu sehen, daß die Entwickelung von Chlorgas dem Erhitzen der Retorte vorher geht und diese mit Chlor

gefüllt, daß die atmosphärische Luft daraus verjagt sei, wenn die Temperatur bis zu der Stufe steigt, bei welcher die Verbrennung beginnt.

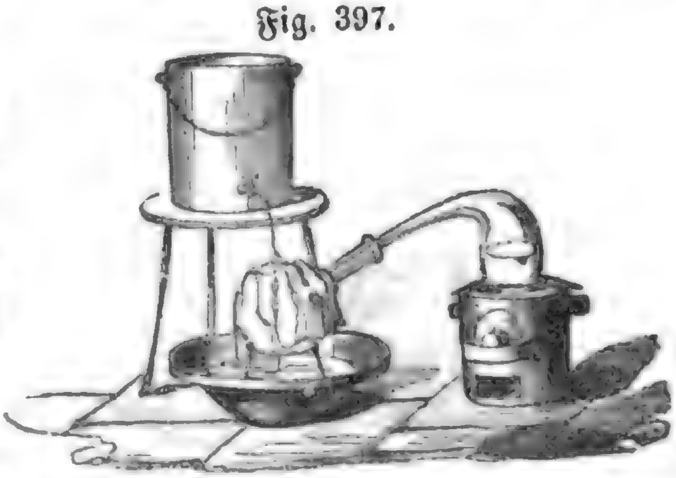
Um die Verdichtung zu erleichtern, hat man gewöhnlich die Röhre, welche das Destillat in das mit Eis gekühlte Gefäß führt, mit der uns bereits bekannten Veranstaltung umgeben, durch welches jedes beliebige Destillat bequem abgekühlt werden kann. Diese weitere Röhre umschließt die engere wasserdicht und es kann unten kaltes Wasser durch den Trichter ein-, oben aber durch die Ausgußröhre C das erwärmte Wasser abgeleitet werden.

Die Figur zeigt uns noch eine sehr bequeme Einrichtung zur Auffangung größerer Mengen dieses Chlorkiesels. Die gekrümmte Röhre hat an ihrer Biegung eine Verlängerung, eine Tubulatur, welche in eine untergestellte Flasche reicht. Die Röhre steht in einer umgekehrten Glocke mit einem Halse. Die Wölbung der Glocke ruht auf einem Dreifuß, der Hals derselben steht zwischen den Füßen, er ist durch einen guten Spund geschlossen und durch diesen Spund geht der röhrenförmige Aufsatz des Abkühlungsgefäßes, in eine Flasche, die man beliebig wechseln kann, wenn sie gefüllt ist.

In die Glocke wird Schnee und Kochsalz gebracht oder Schnee und Salmiak und nichts von dem, was sich darin niederschlägt, bleibt in der U förmigen Röhre, sondern geht sofort nach dem untergestellten Glase.

Auf diese Weise erhält man sehr reichlich Chlorkiesel, allein derselbe ist nicht vollkommen rein, er ist durch einen geringen Ueberschuß von Chlor gelb gefärbt. Dieses freie, nicht gebundene Chlor wird leicht entfernt, wenn man den Chlorkiesel in einer trockenen Flasche mit etwas Quecksilber schüttelt, es bildet sich Chlorquecksilber und der Chlorkiesel wird abgegossen, einfache Destillation aus einer Retorte in eine Vorlage, welche mit Wasser abgekühlt wird, wie Figur 397 zeigt, genügt um das Präparat nunmehr so zu reinigen, daß es wasserklar und leicht beweglich ist, beinahe wie Aether, obwohl es ein specifisches Gewicht von 1,5 hat.

Fig. 397.



Dieser Chlorkiesel zersetzt sich im Wasser zu Kieselsäure und Chlorwasserstoffsäure, ohne daß Gasentwickelung irgend einer Art dabei bemerkt würde. Dieses sagt, daß die Zersetzung von Wasser und Chlorkiesel solchergestalt erfolgt, daß die vorhandenen vier Elemente Chlor, Kiesel, Wasserstoff und Sauerstoff, welche paarweise verbunden sind, ihre Bestandtheile übers

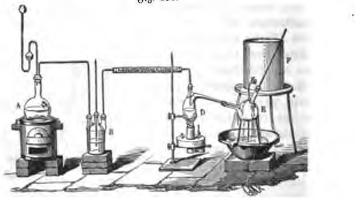
Kreuz austauschen, ohne daß ein Rest bleibt, die beiden Verbindungen zerfallen in ihre Elemente und diese ergreifen sich so, daß der Kiesel gerade allen Sauerstoff und das Chlor allen Wasserstoff des zersetzten Wassers, oder umgekehrt (was nämlich ganz gleich viel ist und ganz gleichzeitig mit dem vorigen geschieht) der Wasserstoff alles Chlor und der Sauerstoff allen Kiesel des zersetzten Chlorkiesels aufnimmt und sättigt.

Bliebe eins oder das andere der Elemente übrig, so würde es als Wasserstoff entweichen oder als Kiesel zu Boden sinken, dies geschieht aber nicht, eben so wenig wie überschüssiges Chlor im Wasser gelöst bleibt.

Chlorschwefelkiesel. $SiCl_2S$.

Silicium, Chlor und Schwefel bilden eine Verbindung dreier Elemente, welche entsteht, wenn man die Dämpfe von Chlorkiesel und Schwefelwasserstoffsäure durch eine glühende Porzellanröhre gehen läßt. In dem Kolben A, Fig. 398, wird auf die gewöhnliche Weise Schwefelwasserstoffsäure in Dampfform, d. h. Schwefelwasserstoffgas entwickelt. Dieses Gas wird durch eine Wasserflasche B und dann durch ein Trockenrohr geführt.

Fig. 398.



In der kleinen tubulirten Retorte D befindet sich Chlorkiesel. Das Gas wird in die Flüssigkeit durch eine in den Tubulus mündende Röhre geführt, doch hat man darauf zu sehen, daß diese Röhre nur gerade in die Flüssigkeit des Chlorkiesels taucht, sonst würde der aus ihr kommende Gasstrom zu viel Chlorkiesel mit sich fortreißen. Eine untergesetzte Lampe regelt die Verdampfung.

Zwischen D und E muß man sich nunmehr die Porzellanröhre eingeschaltet denken, erst nachdem die gemischten Dämpfe durch dieselbe gegangen und darin die Temperatur der Röhre (hell glühendes Porzellan) angenommen, kommt an einer, aus dem Porzellanrohr herausragenden Glasröhre der Abkühlungsapparat E und F, der die hier angegebene Gestalt haben, jedoch auch (und zwar bei kleinen Quantitäten sogar besser) aus einer U förmig gekrümmten Röhre bestehen kann, die in einem Gefäße mit Eis steht.

Das gebildete Produkt ist Chlorschwefelkiesel, eine farblose Flüssigkeit von 1,5 specifischem Gewicht, welche an der Luft viele Dämpfe ausstößt, raucht, beim Siedepunkt des Wassers destillirt werden kann, in Berührung mit Wasser sich aber zersetzt, indem Salzsäure und Kieselsäure gebildet werden wie beim vorigen Versuch mit dem Chlorkiesel, wozu aber noch Schwefelwasserstoff und präcipitirter Schwefel kommt.

Die Operation hat keinen so einfachen Verlauf, als hier der Deutlichkeit wegen gesagt wurde, denn der Chlorschwefelkiesel, von welchem die Rede war, ist nicht das Produkt einer ersten, sondern einer zweiten Destillation. Die erste aus der Retorte D unter Zuleitung von trocknem Schwefelwasserstoff angestellte, bringt nach dem Durchgange der Dämpfe durch die hier in der Zeichnung nicht dargestellte Porzellanröhre, in die gut abgekühlte Vorlage eine schwere, milchig (von mitgeführtem Schwefel) aussehende, stark rauchende Flüssigkeit, welche stechend sauer und zugleich sehr übel riecht, ja man kann unbedenklich den stärkeren Ausdruck setzen.

Läßt man diese Flüssigkeit mehrere Tage lang sehr ruhig stehn, so setzt sich der suspendirte Schwefel als feines, weißes Pulver ab und es bilden sich auch zwar kleine aber sehr schöne Schwefelkrystalle und die Flüssigkeit klärt sich vollkommen.

Diese klare Flüssigkeit unterwirft man einer neuen Destillation, welche man bei mäßiger Erhitzung fortsetzt, bis der Rückstand in der Retorte zähe wird und weißen Rauch ausstößt. Dieser Rückstand ist Schwefelkiesel, das Destillat aber ist Chlorschwefelkiesel.

Bromkiesel (Formel zweifelhaft).

Man kann diese Verbindung auf dieselbe Weise erzeugen, wie S. 316 über Gewinnung des Chlorkiesels angegeben worden. Ueber ein inniges Gemenge von Kieselsäure und Kohle, zu Kügelchen geformt, ausgeglüht und nachher in einer Porzellanröhre nochmals zum Glühen gebracht, wird

statt des dort (S. 318) angeführten Chlordampfes, hier Bromdampf geführt. Es bildet sich aus der Kohle und dem Sauerstoff der Kieselsäure Kohlensäure, ferner aus dem Kiesel und den Bromdämpfen Bromkiesel, allein in welcher Art ist bis jetzt noch so wenig ermittelt worden, daß man nicht weiß, ob die Formel SiBr oder $SiBr_2$ oder $SiBr_3$ ist. Das Produkt ist flüssig, hat aber, wie der Chlorkiesel immer etwas freies Chlor, so hier etwas freies Brom, dieses wird gerade so entfernt, wie dort beschrieben und dann wird die Flüssigkeit destillirt, welche farblos erscheint, ein specifisches Gewicht von beinahe dem dreifachen des destillirten Wassers hat, nämlich 2,83, also schwerer ist wie eine große Menge von Mineralien, z. B. Trachyt, Syanit, Quarzgestein, Sandstein, Lava, Klingstein, Kalk und Marmor, Granit, Gneis, Diorit, Dolorit ꝛc. ꝛc.

Bei 12 bis 13 Grad unter Null erstarrt der Bromkiesel zu einer Masse von der Farbe schlechter, blauer Milch mit einem schwachen Perlmutterglanz. Wasser zersetzt diese Verbindung, wie es Chlorkiesel zersetzt. Für die Technik hat dieser Körper vorläufig noch keinen Werth gewonnen, gleich vielen andern hier bezeichneten Verbindungen, welche auch nur der Vollständigkeit wegen angeführt worden sind.

Fluorkiesel (Formel unbestimmt).

Auch bei diesem Körper ist die Zusammensetzung noch unbekannt und ähnlich wie beim Bromkiesel kann der Fluor in einem oder in zweien oder in drei Aequivalenten mit dem Kiesel verbunden sein.

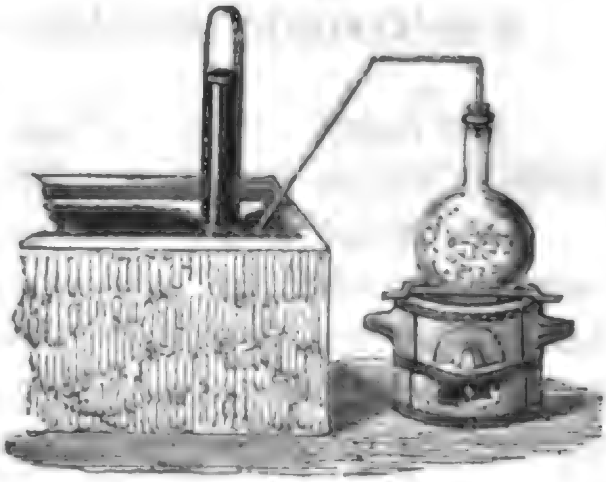
Da die Flußsäure schon im vorigen Jahrhundert bekannt war, wurde auch, wenn gleich nur zufällig, schon damals die Verbindung von Fluor und Kiesel bewerkstelligt, aber das Wesen derselben so wenig erkannt, daß Priestley z. B. (obschon ein Geistlicher, doch dem Studium und der Ausübung der Chemie und Physik so ergeben, daß ihm beide Zweige der Naturwissenschaft höchst bedeutende Entdeckungen verdanken) sagen konnte, er halte diese Säure für Vitriolsäure (es geschah 1777), welche durch gewisse Bestandtheile des Flußspaths zu einer Luftart verändert werde, welche mit Wasser Kieselerde bilde.

Dies ist um nichts schlimmer, als daß ein französischer Chemiker, der unter dem Namen „Bäcker", Boulanger, schrieb (man glaubt es sei Jean d'Arcot gewesen, ein berühmter Chemiker — so wie sein Sohn ein mit Recht noch berühmterer — der seit 1762 Mitglied der pariser Akademie und der medicinischen Facultät, nicht unbedeutende Verdienste um die

Arzneikunde und besonders den chemischen Theil derselben hat — starb 1802 zu Paris) sie für eine Art Salzsäure und Sage sie für eine Art Phosphorsäure hielt, weil das Mineral Flußspath bei Erwärmung im Dunkeln leuchtet, wobei er allerdings vergaß, daß die Phosphorsäure in ihrem reinen Zustande so wenig leuchtet, wie die Verbindungen derselben, z. B. der phosphorsaure Kalk, sonst müßten ja alle Knochen leuchten und wir würden ein so leuchtendes Skelett in uns tragen, das das Studium der Anatomie keine so großen Schwierigkeiten machen sollte.

Erst sehr viel später wurde die richtige Zusammensetzung dieses Körpers erkannt und dies erleichterte auch die Darstellung sehr. Jetzt bereitet man diese Verbindung nach Fremy's und nach Regnault's Angabe dadurch, daß man in einen Ballon von ziemlicher Größe, Fig. 399, Flußspath und gepulvertes Glas oder zerstoßenen Bergkrystall zu gleichen Theilen wohlgemengt schüttet und mit höchst concentrirter Schwefelsäure übergießt. Da die Masse sich stark aufbläht, so darf man nicht mehr als die Hälfte des Kolbens damit füllen. Man setzt nun ein Gasentbindungsrohr auf, welches mittelst eines durchbohrten Korkes gut in die Mündung des Kolbens paßt und fängt das Gas auf, da dieses jedoch vom Wasser sehr lebhaft ergriffen und aufgenommen wird, so darf man dieses nicht in der pneumatischen Wanne und in der Glocke haben, es muß Quecksilber sein.

Fig. 399.



Bei dieser Operation verliert die Kieselsäure des Glases oder Quarzes ihren Sauerstoff an das Calcium des Flußspaths, der Kalk, der hieraus hervor geht, verbindet sich mit der Schwefelsäure zu Gyps und die beiden frei gewordenen Elemente Fluor und Kiesel vereinigen sich zu Fluorkiesel, damit aber nicht sofort eine Zersetzung eintrete, müssen die Glasgefäße vorher mit der äußersten Sorgfalt gereinigt und getrocknet worden sein.

Das so gewonnene Gas hat eine Dichtigkeit von 3,60, ist klar, durchsichtig, stößt aber mit feuchter Luft in Berührung sehr dichte Dämpfe aus (doch nicht so dicht als die von Fluorbor), vermag nicht die Verbrennung zu unterhalten, greift aber trotz seines starken Fluorgehaltes, das Glas nicht an, wahrscheinlich weil es mit Kieselsäure gesättigt ist. Faraday ist es gelungen, dasselbe bei einem Druck von neun Atmosphären und sehr erniedrigter Temperatur in eine Flüssigkeit zu verwandeln, ich fand die Angabe von 106° C. unter Null. Mir ist außer der Verflüchtigung flüchtig

gewordener Kohlensäure kein Mittel bekannt, so niedrige Temperaturen hervor zu bringen, vielleicht soll es heißen —106° F., dann wäre es 78° C. und 80° pflegt das niedrigste zu sein, was man annehmen zu können glaubt.

Die Verbindung der Körper ist sehr fest, so daß sie nicht gelöst wird, wenn dasselbe (das Fluorkieselgas) durch eine eiserne Röhre strömt, die weißglühend erhalten wird. Das Kali aber zersetzt dasselbe schon in der Rothglühhitze.

Kieselflußsäure, Kieselfluorwasserstoffsäure. $3HFl, 2SiFl_3$.

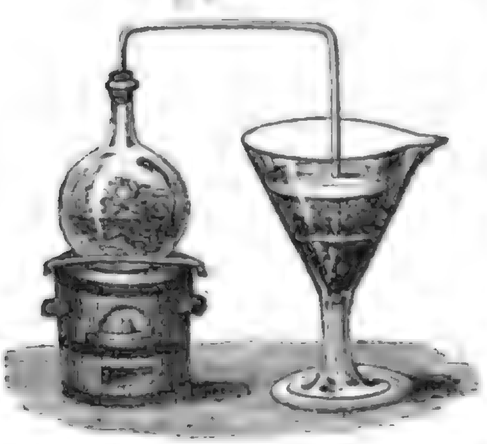
Eine Formel, welche auf gut Glück gegeben wird, da der zweite Theil derselben für die Fluorkieselverbindung $SiFl_3$ keineswegs fest steht.

Das Kieselfluorgas wird von dem Wasser in großer Menge aufgenommen, es bildet sich dabei eine gallertartige Masse von aufgelöstem Kiesel und eine, diesem Verlust des Gases entsprechende Quantität Fluorwasserstoffsäure (für das verlorene Silicium nimmt das frei gewordene Fluor nunmehr Wasserstoff auf), welche sich mit dem nicht zersetzten Fluorkiesel zu Kieselfluorwasserstoffsäure verbindet:

$3SiFl_3$ mit $3HO$ geben $3HFl\ 2SiFl_3$ und abgesondert noch SiO_3

Dieses eigenthümliche Verhalten gestattet nicht, daß man die Operation vornehme, wie man sie in hundert anderen Fällen ungestraft vornehmen würde, denn das sofortige Ausscheiden des Kiesels in Gestalt der Kieselsäure würde die Röhre verstopfen, durch welche das Gas in das Wasser strömen soll, man macht die Operation demnach so, daß man in ein Glas von Kelchform unten in die Spitze einen Zoll hoch Quecksilber gießt, das Kieselfluorgas aus dem Kolben, den die Fig. 400 zeigt, entwickelt, aber das Gasleitungsrohr bis in das Quecksilber reichen läßt. Eine jede sich entwickelnde Blase muß nun aus dem Quecksilber emporsteigen, und dadurch wird die Glasröhre rein und frei erhalten.

Fig. 400.

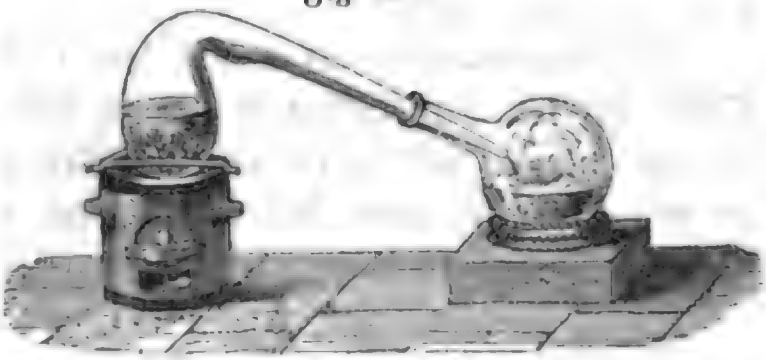


Auch bei dieser, der einzig richtigen Bereitungsart, ist noch viele Aufmerksamkeit erforderlich, denn das Fluorkieselgas bildet, so wie es aufsteigt aus dem Metall, eine compacte Blase von Kieselgallerte, welche anfangs sich verkleinert, und bevor sie an die Oberfläche kommt, verschwunden ist,

indem während des Aufsteigens das Gas von dem Wasser absorbirt wird, allein sobald dieses gelatinös zu werden beginnt, bilden sich nicht selten Röhren von Kieselsäure, die durch die Flüssigkeit hindurch gehend das Gas an die freie Luft treten lassen. Diese Röhren müssen nun, bevor sie sich fertig gebildet haben, immer von neuem zerstört werden, dann bildet sich das Kieselgallert ohne die Operation zu unterbrechen.

Noch eine andere Art das Präparat darzustellen ist folgende. Man entwickelt den Fluorkiesel auf die oben beschriebene Art allein aus einer Retorte (Fig. 401) mit ungewöhnlich langem Halse, so daß derselbe bis unten in die ziemlich geräumige Vorlage reicht.

Fig. 401.



Die Dämpfe, welche in diese treten, finden darin Wasser vorgeschlagen und verdichten sich mit den Dämpfen desselben sogleich zu einem weißen Rauch und gehen in Folge dessen auch in das Wasser selbst, da sie sehr schwer sind. Damit aber diese verlangte Verbindung befördert werde, bewegt man die Vorlage, dreht sie, schwenkt so viel als thunlich die Flüssigkeit, dergestalt, daß die Wände der Vorlage immer vom Wasser rings benetzt sind, an welche sich die Kieselgallerte leicht ansetzt, aber auch immer wieder abgespült wird. Damit diese Operation nicht gehindert werde, hat man auch den Retortenhals nicht mittelst eines Korkspundes in dem Kolben befestigt, sondern hat ihn nur locker hinein gesteckt; da das entwickelte Gas sehr schwer ist, überdies dasselbe von dem Wasser aufgenommen wird, so genügt dieses vollständig.

Wenn man eine hinreichende Menge solcher Gallerte erhalten hat, so filtrirt man dieselbe durch Leinwand, es läuft zwar einige Flüssigkeit ab, allein man muß sehr bald einen bedeutenden Druck anwenden, um die Kieselsäure zurück zu halten, die Kieselfluorwasserstoffsäure aber durch die Maschen zu schaffen. Diese Flüssigkeit nun muß man nochmals durch Leinenpapier filtriren, wo sie dann viel reiner wird, ganz frei von aufgelöster Kieselsäure ist sie jedoch auf diesem Wege nicht zu erhalten, durch Destillation aber gar nicht, denn diese concentrirt dieselbe anfangs, dann aber wird die Verbindung zersetzt.

Wenn man jedoch die gallertartige Flüssigkeit, ohne die Kieselsäure durch Auspressen abzusondern, erwärmt, so tritt der merkwürdige Umstand ein, daß die gebildeten Verbindungen vollständig rückgängig gemacht werden und Fluorkiesel sowohl als Wasser dampfförmig entweicht, nichts in der Kochschale übrig bleibt, diese auch von Glas sein darf, indem sie so wenig

angegriffen wird, wie eine Glasflasche, in der man die Kieselfluorwasserstoffsäure jahrelang aufbewahrt.

Wenn man dagegen die von der Kieselfeuchtigkeit getrennte Säure aus einem Glasgefäße verdunstet, so tritt zwar der Fall des gänzlichen Verschwindens, Verdampfens derselben auch ein, allein die Glasschale wird stark angegriffen, denn die sich lösende Verbindung bedarf um zu entweichen, des Kiesels und da dieser ihr in der abgesonderten Gallerte entzogen ist, so greift sie den im Glase enthaltenen an und das Gefäß wird inwendig ganz weiß und matt.

Die Eigenschaften der Säure sind in dem Vorigen bereits zum großen Theile berührt, hinzugefügt muß noch werden, daß sie äußerst scharf sauer ist, und daß sie mit Basen und Metallen doppelsaure Verbindungen bildet, so daß z. B. bei ihrer Vereinigung mit Kali nicht fluorsaures Kali und kieselsaures Kali, sondern ein Körper, kieselfluorsaures Kali entsteht.

Kohlenstoff (Carbon). C.

Derselbe gehört gleich dem Kiesel und dem Kalk zu den verbreitetsten Körpern, ist in dieser Verbreitung jedoch viel ähnlicher dem Sauerstoff als z. B. dem Quarz. Zwar kommt Kohle als Mineral in ganz reinem Zustande vor, allein während die reine Kieselsäure ganze Gebirge bildet, kommt die Kohle doch nur eingesprengt in anderes Gestein in sehr kleinen Stückchen und im Geschiebe eingeflößt, oder sie kommt als Gangart in den Gebirgen vor. Mit Sauerstoff verbunden aber, als Säure geht die Kohle in die verschiedensten Mineralien ein und bildet z. B. mit dem Kalk in hunderterlei Formen, auch ganze Gebirge, zudem aber ist der Kohlenstoff die Basis aller organischen Körper; keine Pflanze und kein Thier kann ohne den Kohlenstoff bestehen. Der Kohlenstoff gehört also unzweifelhaft zu den allerwichtigsten Elementen der Erde. Die Welt könnte ohne Gold und Platin, ohne Silber und Quecksilber, sie könnte ohne die mehrsten Metalle bestehen, selbst das Eisen ist nicht unentbehrlich, dies beweisen uns die Bewohner der Südseeinseln, dies beweisen die reichen und mächtigen und civilisirten Völker, welche die Spanier in Amerika vorfanden; ganz anders mit der Kohle, die ein Hauptbestandtheil der ganzen organischen Schöpfung und der Grundlage ist, auf der diese Schöpfung lebt und gedeiht.

So außerordentlich verbreitet die Kohle im Mineralreiche und in der atmosphärischen Luft ist, hat man sie doch hier, wie bei ihrem fast reinen und wirklich ganz reinen Vorkommen, als Graphit und als Diamant nicht erkannt und unsere Bekanntschaft damit datirt noch nicht von zweihundert Jahren her, im Pflanzenreiche mußte sie natürlich dem Menschen von dem Augenblick bekannt werden, von welchem es ihm gelang Holz anzuzünden, denn der Rückstand, den unvollkommenes Verbrennen desselben (und jeder Pflanze) läßt, ist Kohle, vollkommenes Verbrennen des Holzes läßt nur Asche zurück.

Begreiflich ist daher, daß die Kohle Jahrtausende hindurch nur für eine Pflanzensubstanz galt, denn daß schon Plinius die mephitischen Gasarten kennt, unter denen allerdings Kohlensäure auch vorkommt, beweist nicht, daß er diese gekannt habe, da das Alterthum alle möglichen schädlichen Gasarten unter dem Titel „mephitis" zusammen faßte, gleich viel welcher Zusammensetzung diese Gase waren. Von der Verschiedenheit solcher Zusammensetzung hatte man begreiflicherweise in jener fernen Zeit nicht einmal eine Ahnung.

Als man in der Mitte des vorigen Jahrhunderts bemerkte, daß viele Sauerbrunnen ihren erfrischenden Geschmack einer Luftart verdankten, die darin enthalten, auch entweichen könne, begann man diese Luft für eine Säure zu halten und nannte sie demnach „Luftsäure"; aber erst Lavoisier stellte die noch jetzt als richtig anerkannte Ansicht auf. Er stellte die Kohlensäure (wie mehre seiner Vorgänger) aus Kreide und Schwefelsäure dar (welche daher acide crayeux hieß) und bewies, daß er dieselbe Luft erhalte, wenn er rothes Quecksilberoxyd mit Kohlenpulver erhitze und das entweichende Gas auffange, er zeigte, daß diese Kreidesäure also aus Kohle und demjenigen Bestandtheile der Luft, welcher sie athembar mache, bestehe.

Da man nun fand, daß sich wiederum die nämliche Gasart aus sehr vielen Körpern entwickeln lasse, so wurde dies Veranlassung zur Erkenntniß derjenigen Körper, welche Kohlenstoff enthalten, und es wird uns nun obliegen von diesen zu sprechen, wo möglich einen deutlichen Begriff zu geben.

Wie bereits bemerkt, war die Kohle aus Pflanzen dasjenige, was man zuerst als Kohle anerkannte, Kohlenstoff existirte damals noch nicht, es galt nur für wunderbar, daß die Kohle aus allen Pflanzen gewonnen werden konnte, und daß dieselbe sich zwar durch Härte und Weichheit von einander unterscheide, daß sie aber im Uebrigen doch sich als untereinander gleich zeige, so z. B. in der, den Chemikern früherer Zeit schwer begreiflichen Eigenschaft der Unauflöslichkeit.

Bald kam nun aber noch eine andere Kohle dazu, die thierische und

man entdeckte die Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten derselben, so z. B. die Fähigkeit verschiedene Luftarten in ungeheuren Mengen zu absorbiren, in ihrer Masse zu verdichten, die Fähigkeit Flüssigkeiten zu entfärben, andere zu reinigen, zu klären, man entdeckte auch, daß die thierische Kohle zu diesem Versuche geeigneter sei, als die Holzkohle; nun erst fand man, daß auch der Graphit eigentliche Kohle sei und hierdurch wurde ein mächtiger Schritt in der ferneren Erkenntniß dieses höchst wichtigen Körpers gethan.

Graphit. Historisches.

Der Graphit galt in früheren Zeiten für Blei, da er aber nicht schmelzbar ist, für ein, auf irgend welche Weise verändertes Blei. Zum Zeichnen in der uns jetzt bekannten, oder in einer nur wenig veränderten Form bediente man sich dessen schon in der Mitte des sechszehnten Jahrhunderts, diese Stifte waren von einem Mineral, das, so viel sein Name schließen läßt, aus England kam, woselbst auch die ältesten Graphitgruben sind, welche früher das berühmteste und beste Material lieferten. Conrad Geßner muthmaßt es sei eine Art Blei quod aliquos stimmi Anglicum vocare audio, welches er sonst auch Stimmi Anglicum nennen hört. Er fügt von diesem merkwürdigen Dinge (sie müssen damals sehr selten gewesen sein) einen Holzschnitt bei, nach welchem zu urtheilen der abfärbende Stift einen hölzernen Ueberzug oder ein Futteral gehabt zu haben scheint. Der Engländer Pettus, welcher 1683 ein Werk herausgab The laws of art and nature beschreibt diese Schreibstifte schon genauer und sagt sie werden in Tannen- oder Cedernholz gefaßt.

Pott zeigte nun schon im Jahre 1740, daß jenes Mineral, welches man Wasserblei oder Plumbago nannte, kein Blei enthalte, doch war man, hauptsächlich wegen der Aehnlichkeit des Graphit mit dem Schwefelmolybdän noch immer über die eigentliche Beschaffenheit dieses Minerals im Zweifel, bis es Scheele gelang ihre Verschiedenheit, vor allem aber darzuthun, daß Graphit sich beim Verbrennen mit Salpeter fast ganz in Kohlensäure verwandele, woraus er mit Recht schloß, der Graphit sei eine mineralische Kohle.

So hatte man bereits Jahrhunderte lang ein Mineral in Händen gehabt und gebraucht, ohne zu wissen was es war. Bei dem niederen Stande, auf dem in jener Zeit die Scheidekunst sich befand, war dies allerdings um so weniger zu verwundern, als die äußeren Eigenschaften wenig an

die Holzkohle erinnerten, denn daß der Strich, der auf Papier oder Pergament damit gemacht wurde grau war, kam dem Blei eben so gut zu, und daß dieser Strich etwas schärfer geführt, Metallglanz hatte, konnte wohl auf die Vermuthung führen, in dem Graphit liege Blei von eigenthümlicher Beschaffenheit vor, Blei, welches nicht so schwer als das andere und nicht schmelzbar sei. Der Gebrauch, den man von diesem „Reisblei" machte, war auch derselbe, wenigstens für die Skriptores, sie zogen damit Linien, zwischen denen beim Abschreiben der Bücher die Buchstaben zu stehen kamen, um dieselben sowohl in gerader Richtung als in gleicher Höhe an einander reihen zu können.

Die alten Schreiber der Römer und Griechen machten es eben so, nur mit dem wirklichen Blei, sie hatten hiervon Scheiben, ähnlich den kreisförmigen Beschneidemessern der Buchbinder (die jetzt größtentheils durch ein viel schlechteres Instrument, die sogenannte Zunge, verdrängt sind, welche allerdings viel wohlfeiler ist), diese, in der Mitte dicker als an dem schräg auslaufenden Rande, machten den Strich und konnten sehr lange gebraucht werden, da immer wieder eine andere Stelle zum Gebrauch kam, die Scheibe hieß Paragraphus, sie wurde an ein grades Stück Holz, den Canon gelegt und so wurden die Linien gezogen bis weit in die Mönchszeit hinein, denn die alten Codices auf Pergament zeigen noch alle diese Doppellinien.

An die Stelle des Bleis den Graphit zu setzen, scheint übrigens durchaus keine Erfindung der neueren Zeit, denn obwohl des Instruments erst im Jahre 1565 durch Conrad Geßner gedacht wird, so findet man doch in Mönchsschriften aus dem zwölften Jahrhundert die Doppellinien mit Graphit gezogen, welches beweist, daß der Gebrauch desselben drei Jahrhunderte älter ist, als die ältesten Nachrichten darüber.

Dieser Graphit nun ist die eine Form der mineralischen Kohle. Eine Zeit lang hatte England das Monopol für denselben; die Gruben von Borrowdale und von Keswik lieferten ein Material, welches man für unübertrefflich hielt und welches man mit einer in's Kindische gehenden Eifersucht bewachte, große, schwere Strafe auf die Entwendung des geringsten Stückes, noch größere auf die Ausfuhr setzte, welche nur in Form fertiger Bleistifte geschehen durfte, von denen allerdings ein kolossaler Gewinn erzielt wurde, ein englisches Blei kostete am Anfange dieses Jahrhunderts einen Schilling, jetzt erhält man für den zehnten Theil dieses Preises ein ganzes Dutzend, welche nicht viel schlechter sind (in einer Hinsicht viel besser, denn sie bestehen nicht aus vielen einzelnen Stücken, sondern durchweg aus einem zusammenhängenden Stifte).

Jetzt findet man dieses für so selten gehaltene Mineral in Deutschland,

in Böhmen, in Frankreich an vielen Orten und die Bleistiftindustrie ist auf deutschen Boden verpflanzt worden.

Der Graphit zeigt sich in Gängen des Urgebirges und Uebergangsgebirges, im Granit, im Gneuß und Urkalk. Die Masse besteht aus äußerst zarten Plättchen, welche sehr weich, beinahe talkartig fett anzufühlen, stark abfärbend sind, schwärzlich oder bleigrau (aber dunkler) aussehen und Metallglanz haben. In England wurde der Graphit in großen derben und festen Massen gefunden und diese werden zu feinen Platten, die Tafeln aber wieder zu dünnen Parallelepipeden, vierseitigen Stängelchen, zersägt. Aus dem Abfall der Stücke machte man eine zweite Sorte, die gewissermaßen gar nichts werth war, weil man nicht für den Zusammenhang eines einzigen Zolles sicher war; aus den kleinsten Stücken und dem Sägestaub wurde eine dritte, ordinäre Sorte fabricirt, indem man diesen Abfall pulverisirte, mit Thon vermischte und daraus Stifte formte. So macht man jetzt alle und gerade die besten vorzugsweise und hält dieses für die einzig richtige Behandlungsweise des Stoffes.

Eigenschaften des Graphits.

Der Graphit läßt sich beinahe vollkommen verbrennen, es bleibt gewöhnlich ein Rückstand von etwas Eisen und deßhalb hielt man ihn für kohlenstoffreiches Eisen. (Man hätte ihn doch jedenfalls lieber für eisenhaltigen Kohlenstoff ansehen sollen, die Kohle ist immer das um das dreißigfache überwiegende, denn drei Procent Eisen macht den Graphit schon sehr unrein, doch setzt ihn Leonhard geradezu in die Gruppe Eisen, Mohs zählt ihn zu den Glimmerarten und Oken zu den Kiesbrenzen).

Seitdem sich der Bergbau durch die fleißigen Deutschen auch über andere Welttheile erstreckt hat, ist der Graphit auch in Brasilien entdeckt worden und dieser ist so außerordentlich rein, daß die Chemie nur mit großer Mühe eine Spur von Eisen darin zu entdecken vermag, welche noch nicht ein zwanzigstel Procent beträgt und da auch diese aus dem Graphit entfernt werden kann, indem man sie durch Salzsäure auflöst, der Graphit aber durch diesen Verlust in seinen Eigenschaften nicht verändert wird, so ist es ein Zeichen, daß Eisen durchaus nicht in dem Graphit sein müsse (wie z. B. Kohle im Stahl oder Gußeisen, welches beides aufhört Stahl oder Gußeisen zu sein, sobald man denselben die Kohle entzieht) und man betrachtet denselben gegenwärtig als ein Element, als reinen Kohlenstoff. Allerdings sind nicht alle Sorten Graphit so schön, nicht selten sind ihnen

Unreinigkeiten, Eisen und Kiesel bis zu fünf Procent beigemischt, solche lassen dann beim Verbrennen im Sauerstoffgas einen Rückstand, eine Asche, aus welcher man die Art der Beimischung erkennen kann.

Das specifische Gewicht schwankt zwischen 1,8 und 2,3 (er ist also immer nicht so dicht als ein anderer Kohlenstoff, den wir unter dem Namen des Diamants kennen lernen werden), er ist unlöslich in Wasser und Weingeist, in Oelen und fast allen Säuren, allein der Kohlenstoff bleibt darum nicht isolirt, er kann sich mit dem Sauerstoff und mit dem Wasserstoff in verschiedenen Verhältnissen verbinden, etwas, das man jedoch in der Regel nicht künstlich darstellt, sondern der Natur darzustellen überläßt. Wenn man solcher Verbindung bedarf, so trennt man sie aus den Körpern welche sie enthalten.

Es giebt auch einen künstlichen Graphit, der zwar auch nicht absichtlich, der aber doch wirklich durch die technischen Operationen der Menschen erzeugt wird. Es geschieht dieses in den Hochöfen, wo die Eisenerze mit vieler Kohle geschichtet, den Kohlenstoff in der Glüh- und Schmelzhitze in solcher Menge aufnehmen, daß sie, in Roheisen umgewandelt, erkaltend die ungeheure Masse nicht bergen können und derselbe in krystallinischer Gestalt, als glänzende Schuppen und Blättchen ausgeschieden wird. Auch in dem grauen Gußeisen ist die Kohle nicht so innig mit dem Eisen verbunden, daß sie nicht aus demselben durch Salzsäure oder durch Königswasser ausgeschieden werden könnte, welches das Eisen auflöst und die Kohle in Gestalt zarter Plättchen als wahren krystallinischen Graphit zurückläßt.

In noch größerer Menge wird der künstliche Graphit in den Gasbeleuchtungsanstalten gewonnen. Durch Destillation der Steinkohlen besonders in Thonretorten, setzt sich an die Wände dieses Gefäßes eine im Anfange nur messerrückendicke, dann allmählig fingerdick werdende Schicht einer äußerst festen, reinen Kohle an, welche so hart ist, daß sie, abgestoßen von dem Thon, an welchem sie haftet, klingt wie eine Metallscheibe. Dieser Graphit ist zu hart, um zu Bleistiften verwendet zu werden, allein man bedient sich dessen vorzugsweise vor allen anderen Kohlen gerne zu den Cylindern für die von Bunsen erfundenen elektrischen Batterien. Wenn man dessen genug hätte, würde man ihm auch eine andere, vorheilhaftere Anwendung zu geben wissen, die nämlich zu Schmelztiegeln, wovon wir sogleich das Nähere sagen werden.

Der Graphit hatte sonst nur eine sehr beschränkte Anwendung, jetzt hat sich das Feld der Thätigkeit für ihn sehr erweitert, doch wollen wir die ursprüngliche zuerst betrachten.

Der Graphit in England.

Die ältesten Minen auf Graphit sind die von Borrowdale in der Grafschaft Cumberland, wo er im Uebergangsthonschiefer in bedeutenden Massen vorkommt. Die dort gegrabenen nierenförmigen Stücke und Klumpen sind so feiner Art, daß sie den großen, noch nicht erloschenen Ruhm der englischen Bleistifte begründeten.

Der Berg, in welchem sich dieser berühmte Graphit befindet, ist ungefähr 2000 Fuß hoch und in etwas mehr als der Hälfte dieser Höhe befindet sich der Eingang zu dem Bergwerk. Der Preis ist noch 12 bis 15 Thlr. für das Pfund, es fehlt also nicht viel, so ist er so theuer wie Silber, Grund genug für die rohen Bewohner jener Gegend (die Engländer in den Städten selbst sind ja nicht gar zu fein und zu gewissenhaft) sich dieses kostbaren Materials zu bemächtigen, dergestalt, daß in der Mitte des vorigen Jahrhunderts die Grube mit bewaffneter Hand vertheidigt werden mußte und dennoch viele in der Nachbarschaft lebende Leute durch Raub an den fortgeführten Schätzen reich wurden, ja selbst die aufgestellten Wächter vermochten die Gruben nicht zu vertheidigen, sie wurden mit Gewalt erobert, eine Anzahl von ehemaligen Arbeitern derselben machte einen förmlichen, wohl organisirten Angriff darauf und behielt das Bergwerk im Besitz, bis es durch eine Compagnie Soldaten wieder erobert wurde.

Seit jener Zeit suchten die Besitzer ihr Eigenthum durch ein festungsartig mit fünf Schuh dicken Mauern, Schießscharten und vergitterten Fenstern gebautes Haus zu schützen, aus dessen Mittelpunkt allein man in die Gruben gelangen konnte. In diesem Raume mußten die Arbeiter sich entkleiden und ihre Arbeiterkleider anziehen, und wenn sie nach sechs Stunden an die Oberfläche der Erde zurück kamen, mußten sie sich wieder umziehen und ihre Kleider wurden auf das Genaueste untersucht, damit sie auch nicht das kleinste Stückchen entführen konnten.

In einem anderen Zimmer wurde der gewonnene Graphit sortirt, in einem dritten Centnerweise in e i s e r n e Kasten verpackt, alles dieses geschah unter Aufsicht von gut besoldeten Leuten, um jede mögliche Veruntreuung zu verhindern, dann wurden die eisernen Kasten unter starker Eskorte versendet. Die übrigen Zimmer dieses Forts waren mit Leuten besetzt, welche gute Schießgewehre hatten und angewiesen waren jeden Angriff mit Flintenschüssen abzuwehren.

Solche Vorsichtsmaßregeln waren erforderlich in dem glücklichen England und sie sind es noch, weil das Material nicht wohlfeiler, die Mo-

ralität des Volkes nicht größer und die Noth der niederen Klasse nicht geringer geworden ist.

Aus den derben Stücken werden mit äußerst feinen Sägen, durch Maschinen, zolldicke Platten geschnitten, aus diesen werden Platten von $^1/_{10}$ bis $^1/_{20}$ Zoll Dicke und aus diesen endlich viereckige Stängelchen gesägt, welche nach beiden Richtungen dieselbe Dicke, also einen viereckigen und rechtwinkeligen Durchschnitt haben.

Man hat den dicken Platten vorher schon eine solche Zurichtung gegeben, daß die davon getrennten dünnen Scheiben alle gleiche Länge haben. Diesen angemessen macht man viereckige Stäbchen von Cedernholz, in welche mittelst eines Nuthobels eine Vertiefung gestoßen wird, gerade groß genug um eine von den $^1/_{16}$ Zoll dicken Graphitstangen aufzunehmen. Eine Spur von Leim befestigt diesen Stift, der auch gleich zugedeckt wird mit einem Streifchen Holz, welches in die Nute paßt und welches, da es eingeleimt werden muß, gleichfalls dazu dient die Stange Graphit zu befestigen. Die Bleistifte sind nunmehr fertig bis auf das Rundfabriciren, welches mit großer Schonung geschieht, um die Graphiteinlagen nicht zu zerbrechen. In manchen Fabriken wird das Abrunden vorgenommen, nachdem die Nuten ausgekehlt worden, aber bevor der Graphit eingelegt wird. Da indessen der aufgesetzte Holzstreif doch noch abgehobelt werden muß ist dieses ziemlich gleichgültig.

Dieses ist die feinste Sorte von Bleistiften, die keine Bleistifte sondern Kohlenstifte sind; sie bestehen aus *einem* Stück Graphit. Die zweite Sorte aus mehreren Stücken bestehend hat Unterabtheilungen.

Zuerst kommt diejenige, welche zwar auch noch aus einem Stücke, doch nicht die genügende Länge hat, um den ganzen Bleistift zu füllen, dann diejenigen aus zwei Stücken, welche irgend wo in der Mitte an einander stoßen, dann endlich kommen die aus fünf, sechs und mehr Stücken unregelmäßig zusammen gesetzten. Die Mittelsorte ist eigentlich eben so gut als die erste; da die Stelle, wo die beiden Stücke aneinander stoßen, stets außen am Holze bezeichnet ist, so leuchtet ein, daß man beim Ankauf dieser keinen Schaden leidet. Ein zolllanges Stück bleibt immer unbenutzbar übrig, selbst bei Anwendung einer Klemme, eines Bleistifthalters; *wo* dieses Stück ist, am Ende oder in der Mitte, ist ganz gleichgültig, wenn man die Stelle nur kennt. Die geringste Sorte mit vielen Stücken ist aber gründlich schlecht.

Es wird nun, was sonst noch abfällt, zu feinem Pulver vermahlen, mit zartem aber fettem Thon, den man vorher auf das sorgfältigste geschlemmt hat, vermischt, und hieraus werden wieder Stifte geformt, meistentheils rund, und um ihnen einigen Schutz zu gewähren, in einem dünnen Rohrhalm steckend oder auch wohl mit Papier umklebt.

Die besten englischen Bleistifte haben einen großen Fehler, den die letzte Sorte nicht hat und an welchem auch die auf dem Continent gemachten durchaus nicht leiden. Diese letzteren nämlich bilden eine ganz gleichmäßige Masse, indeß die aus den Graphitklumpen geschnittenen, obwohl man sie glüht, um sie milder zu machen, doch kleine Quarz- oder Schwefelkieskörner oder Thonblättchen eingesprengt enthalten, durch welche ihre Gleichmäßigkeit unterbrochen wird. Dies kann sehr störend werden, das geringste Uebel, welches daraus entspringt, ist daß beim Schneiden das Messer stumpf wird, viel schlimmer, wenn beim Gebrauch der Quarzsplitter sich zeigt, ohne daß das Messer Gelegenheit gegeben hat denselben zu entfernen, dieser Splitter kann möglicher Weise eine werthvolle Zeichnung, einen Plan, einen Entwurf zu einem Bau mitten durchschneiden, wenn man z. B. mit dem als hart bekannten Bleistift längs des Lineals eine Linie vielleicht schärfer zieht, als die vorher dagewesene, um ihr mehr Wirkung und einen tieferen Schatten zu geben — ein Schnitt ist da statt einer Linie.

Dieses kann bei den künstlich geformten Bleistiften nicht vorkommen, deren Masse vorher gemahlen, gesiebt und dann geschlemmt worden, schließlich zur Vereinigung mit dem Thon oder einem anderen Bindemittel auf dem Reibstein so zart verrieben wird wie die feinste Oelfarbe.

Bleistiftfabrikation.

Seitdem der deutsche Bergbau den Graphit bei Passau, Marbach, Ups ꝛc. entdeckte, hat man auch in Deutschland Bleistifte gemacht, aber, wie es gewöhnlich mit den deutschen Nachahmungen fremder Fabrikate ist, vernünftiger und viel besser.

Der Graphit wird, nachdem er zerrieben worden, in Tiegel eingesetzt, fest gedrückt und in einem Ofen unter Ausschluß der Luft geglüht, d. h. die Tiegel werden mit Kohle und mit genau passenden Deckeln geschlossen.

Nach langsamem Erkalten des Graphits, der nun milder und weich, dabei aber noch stärker metallisch glänzend geworden, wird derselbe mit Thon gemischt. Dieser muß vorher im Wasser gelöst und ihm muß eine Zeit von zwei Minuten nach dem letzten Umrühren gelassen werden, um sich von Kieselkörnern und sonstigen Unreinigkeiten zu sondern; was nach diesem kurzen Zeitraum noch in dem milchigen Wasser suspendirt bleibt, ist ganz feiner Thon. Die Flüssigkeit wird durch einen Heber in ein flaches Gefäß abgezogen und nachdem sich im Laufe eines Tages etwa das Wasser völlig geklärt hat (es besitzt übrigens gewöhnlich eine gelbliche, grünliche

oder röthliche Farbe von aufgelösten Oxyden, die dem Thon mitunter beigemengt sind, aber klar und durchsichtig ist es, entgegengesetzten Falls hat sich noch nicht aller Thon abgeschieden) wird es abgelassen, der Thon aber, der am Boden lagert, wird auf einem großen wollenen Filtrum getrocknet, wo er dann zum Gebrauche fertig ist.

In diesem trocknen Zustande des Thons und in dem Zustande, den der Graphit durch das Glühen erhalten hat, werden beide nach dem Erkalten des letztern mit einander gemengt. Das Verhältniß wechselt zwischen zwei Theilen Thon und zwei Theilen Graphit und drei Theilen Thon und zwei Theilen Graphit, und die Wahl eines der zwischen liegenden Verhältnisse hängt von der Weichheit oder Härte, von der Schwärze und dem Glanze, den man verlangt, ab. Da man nun dasselbe Verhältniß jederzeit wieder herstellen kann, so ist eine Fabrik, die gut geleitet wird, im Stande nach Jahren noch genau solche Bleistifte zu machen, wie sie vor Jahren lieferte, und dieses ist z. B. ein sehr wesentlicher Vorzug der Faber'schen Bleistifte (Stein bei Nürnberg), welche man von jeder Schattirung und von jedem Grade der Härte oder Weichheit haben kann, welche aber auch jeder einzelne vom Anfang bis zum Ende ganz gleich an Qualität ist, nicht wie bei den theuersten englischen eine Strecke lang weich und sehr dunkel, dann heller und härter und immer metallischer glänzend und härter, bis nach und nach die frühere Modifikation wieder eintritt.

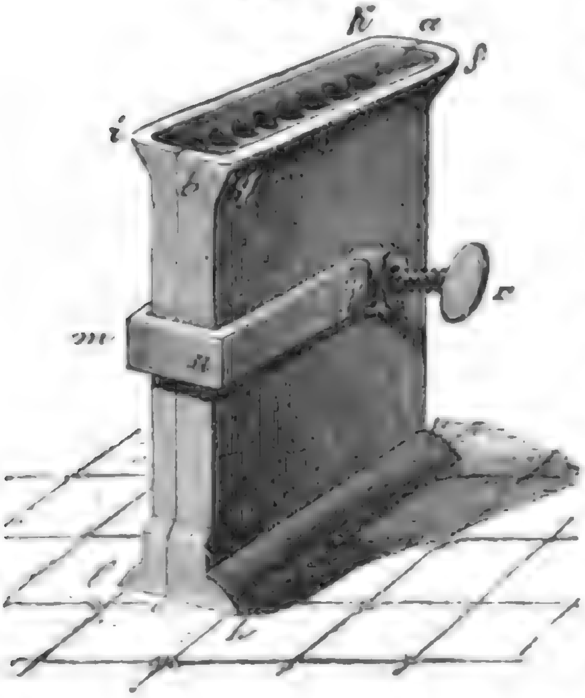
Die Bleistiftmasse wird gemengt, gestoßen, gerieben, mit etwas Wasser angerührt und in großen Reibeschalen endlich zur äußersten Gleichmäßigkeit und Feinheit gebracht. Soll die Farbe sehr dunkel sein, so setzt man etwas Kienruß zu, die Quantität, immer genau nach dem Gewichte bemessen, richtet sich nach dem Grade der Schwärze, die man verlangt. Die so bereiteten Bleistifte haben noch den großen Vorzug, daß sie nicht so stark metallisch glänzend sind, was mitunter sehr störend sein kann.

Um sie zu formen bedient man sich eines Apparats, den Fig. 402 uns zeigt. Von gut getrocknetem und mit Oel gekochtem Holz sind zwei Bretter gemacht, kil und hgf, welche entweder rund, wie die Figur angiebt oder viereckig ausgekehlt sind, so aber, daß sie beide mit ihren Kehlungen vollständig auf einander passen, wenn sie mittelst der Schraube r durch die Zwinge mnp zusammen gedrückt werden. In manchen Fabriken macht man diese Formen, statt aus Holz, lieber aus einem leichtflüssigen Metall, wozu sich z. B. das Schriftmetall sehr gut eignet. Diese Formen sind zwar drei mal so theuer, als die hölzernen, allein sie halten zwanzig mal so lange, sie sind eigentlich unverwüstlich, wenn nicht die Ungeschicklichkeit der Arbeiter sie verletzt.

Die beiden Formenhälften werden mit der weichen Graphitmasse

oberflächlich vollgestrichen, dann an einander gelegt und der Länge nach einige male hin und her verschoben, bis die Kanten, welche je zwei Vertiefungen trennen, dicht auf einander liegen, dabei quillt natürlich die aus dem Spalt abc vertriebene Graphit- und Thonmasse sowohl oben als unten heraus, wird mit einem Finger gedrängt soweit zurück gestrichen als thunlich, das übrige aber wird zu der Gesammtmasse des Graphit zurück gelegt, um mit diesem in eine andere Form gethan zu werden.

Fig. 402.



Die bezeichneten Formen haben die Länge, welche die Bleistifte haben müssen, einschließlich des Ueberschusses, den das Zusammentrocknen fordert, eben so sind die Höhlungen noch um eine schwache Papierdicke weiter, als die Stifte werden sollen, denn die Thon- und Graphitmasse geht durch das Trocknen nach allen Richtungen zusammen, da die Luft aber nur von den beiden offenen Enden zudringen kann, so geht die Trocknung sehr langsam vor sich und dies erhält die Stifte grade, sie werfen sich nicht. Von beiden Oeffnungen her lösen sie sich rundum ab, wie das Trocknen weiter schreitet. In der Mitte bleiben sie am längsten weich und es kann so das getrocknete und locker gewordene Ende so lange es noch irgend erforderlich, nachrücken, sich zusammenziehen, weil die Masse in der Mitte noch plastisch ist, während sie an beiden Enden bereits erhärtet ist.

Wenn die Stifte aber bis in die Mitte hin getrocknet und locker geworden sind, so daß man durch Aufrichten der Formen sie daraus lösen könnte, so geschieht dieses doch noch keineswegs, sondern die Formen mit den lockeren Stiften werden behutsam in einen Trockenofen gebracht, in welchem sie noch den größten Theil des Wassers verlieren, das ihnen anhaftet. Da die Formen von Holz oder von leicht schmelzbarem Metall sind, so ergiebt sich schon hieraus, daß die Hitze nicht stark sein, nicht die des siedenden Wassers übertreffen dürfe.

Ist diese Trocknung vollbracht, so werden über einem mit Tuch bezogenen Tisch die Formen geleert und die ganzen Stifte werden von den zerbrochenen gesondert, deren jedoch in der Regel nur wenig sind.

Es giebt noch eine Art die Formen zu bilden und zu füllen, welche nicht unzweckmäßig und eigentlich ausgiebiger ist.

Eiserne Stifte von blank gezogenem viereckigen oder runden Drath

werden in einem cylindrischen Topf, dessen Boden zwei Zoll hoch mit steifem Thon bedeckt ist, parallel neben einander gesteckt, so daß sie ohne weitere Stütze darin stehen. Diese ganz graden und blanken Stifte sind um eine Kleinigkeit dicker als die Bleistiftmasse werden soll, von dem Thon an (in welchem sie stehen) gerechnet, ist auch ihre Länge etwas größer als erforderlich für die Bleistifte.

Wenn der Thon trocken geworden, so wird altes Schriftmetall, davon der Centner 15 Thlr. werth ist, oder Blei und Zinn oder Blei und Wismuth geschmolzen und in den Thoncylinder gegossen (der in feuchtem Sande fest eingebettet ist). Das Metall legt sich zwar um die Eisenstifte, beim Erkalten findet jedoch eine solche Zusammenziehung beiderseits (des Eisens sowohl als der geschmolzen gewesenen Masse) statt daß sich die Stifte leicht daraus lösen lassen und man nunmehr in dem cylindrischen Metallklumpen so viel Höhlungen hat, als Eisenstifte darin gesteckt haben.

An seiner oberen und unteren Fläche wird derselbe grade gestoßen und dann wird die teigartige Graphit- und Thonmasse durch einen bedeutenden Druck dahinein gepreßt. Mit den auf diese Weise gefüllten Formen wird genau so verfahren, wie mit den andern; ihr Inhalt wird erst an der Luft und dann im Ofen getrocknet und nunmehr kommt eins oder das andere zur weiteren Verarbeitung.

Diese besteht zurörderst im Ausglühen der Stifte. Cylindrische Töpfe aus Schmelztiegelmasse von beträchtlich größerer Tiefe als die Länge der Graphitstifte werden mit diesen Stiften gefüllt, nachdem man zuunterst eine Lage gepulverte Kohle gelegt hat. Die Stifte stehen parallel sehr nahe an einander, die Zwischenräume werden entweder mit sehr fein gesiebtem Kohlenpulver oder mit eben so feiner Asche gefüllt, der Raum über den Stiften wird mit Kohlenpulver, zuletzt mit Asche bedeckt und nun wird der Deckel mit Thon aufgeklebt (lutirt) und nach dem Trocknen desselben setzt man so viele solcher Tiegel als der Raum gestattet und die Fabrik erfordert in einen Ofen und läßt alles durchglühen.

Die Hitzegrade, welche erforderlich, sind unter Anwendung des Wedgewood'schen Pyrometers (S. Zimmermann, Naturkräfte II., S. 202) auf das genaueste ermittelt worden, zu jedem verlangten Grade von Härte oder Weichheit ist eine gewisse Temperatur und eine gewisse Dauer derselben erforderlich; diese wird dem Ofen gegeben, allein sie läßt sich nicht allgemein in Zahlen aussprechen, weil jede Thongattung, jede Graphitart, endlich jede Mischung eine eigene Temperatur verlangt, welche der Fabrikant auskalkuliren muß.

Die nach dem Glühen im Ofen langsam erkalteten Stifte werden nun in Holz gefaßt und dann verpackt ꝛc.

Die härtesten Stifte, wie man dieselben zu sehr feinen und scharfen Strichen, namentlich für Pläne, Grundrisse und architektonische Zeichnungen verlangt, können nicht allein aus Thon und Graphit dargestellt werden, man hat eine Beimengung von Harz versucht, ist jedoch bei der Tränkung der getrockneten Stifte in einer Lösung von schwefelsaurem Natron stehen geblieben. Die Stifte werden nun nach nochmaligem Trocknen geglüht und die Concentration der Lösung bestimmt die Härte des Bleistifts.

Daß jedoch Harz keineswegs unbrauchbar sei, geht z. B. aus einem Versuch hervor, den Jedermann in jedem Augenblick in seiner Gewalt hat. Ein jedes Stück Siegellack, sogar der feinste, ist dazu brauchbar, gröberer natürlich noch mehr, denn der darin befindliche Harz ist nicht so fest als Schellack. Aber auch der feinste Siegellack giebt auf nicht geglättetem Papier seine Farbe ab, und so giebt es denn auch Bleistifte, die aus Graphit als Färbematerial und Harz als Bindemittel bestehen und die eigentlich sparsamer sind als alle andern. Die Stifte bestehen aus federkieldicken Cylindern, welche in einem Rahmen ganz locker stecken. Wenn man einen Bleistift spitzen will, muß man ihn abschneiden und abschaben. Diese Harzbleistifte fordern einen solchen Verlust des Materials keineswegs, man macht sie an der Lichtflamme warm und spitzt sie nach gelinder Erweichung zwischen den Fingern oder zwischen der Tischecke und einem Pfalzbein, so fein man will. Natürlich darf man die Erhitzung nicht bis zum Schmelzen treiben, sonst wird dieser Theil des Stifts verdorben.

Man hat in Frankreich noch eine andere Art, das Material zu Bleistiften herzustellen, versucht und sie ist gleichfalls vollkommen gelungen. Doch kann nur die mechanische Bearbeitung hier mitgetheilt werden. Der Erfinder Brocadon hat das Geheimniß des Bindemittels für sich behalten. Der Graphit wird auf das feinste gerieben zu compacten Massen zusammengepreßt, dann wird er unter die Luftpumpe gebracht und dort die Luft möglichst entleert, hierauf aber mit einem Hammer in einer gußeisernen Form durch sehr hohen Fall so geschlagen, daß man die Wirkung des Hammers auf den Druck von zwei Millionen Pfund berechnet. Es frägt sich allerdings auf eine wie große Fläche. Wenn diese z. B. 4 Quadratfuß war, der Graphitklotz oder Würfel zwei Fuß hoch, dick und breit, so reducirt sich der Schlag schon auf eine halbe Million per Quadratfuß, und bei einem Quadratzoll auf nur 3500 Pfund (genau berechnet nur 3472), also bei einer Quadratlinie auf 24 Pfund, was genau genommen nicht eben viel sagen will und schwerlich genug wäre um Papier zu glätten. Fällt der Hammer auf einen Quadratfuß, so ist der Druck natürlich vier mal so groß und waren die zusammen zu schlagenden Blöcke vielleicht ½ Fuß lang und ½ Fuß breit (bei beliebiger Höhe), so würde das Gewicht

sich versechszehnfachen, d. h. es kämen auf einer Quadratlinie vierhundert Pfund Druck, das wäre schon etwas, und da die Bleistifte 6 Pariser Zoll lang sind, so wäre dies wohl möglicher Weise das angewendete Maaß.

Es kann auch sein, daß durch solchen Druck der Graphit compact wird ohne Bindemittel, dicht genug ist der künstliche, sein specifisches Gewicht ist größer als das des allerdichtesten natürlichen, dieser wiegt 2,20, der künstliche 2,21. Aus diesen Graphitklötzen werden nachher die Stifte geschnitten, wie man es in England mit den Bleistiften aus natürlichem Graphit noch jetzt macht.

Anderweitige Verwendung des Graphits.

Einen bedeutenden Werth hat dies Material für alle Metallgießereien. Aus Thon und Graphit, also aus dem Material der Bleistifte (nur nicht aus so feinen Ingredenzien) macht man die besten, die feuerbeständigsten Schmelztiegel, sie werden auf der Töpferscheibe ziemlich dick in Form abgestumpfter Kegel gedreht und dann mit den Händen an ihrer oberen, weiteren Mündung entweder dreieckig geformt, um auf jeder Seite daraus gießen zu können, oder es werden dieselben beinahe rund gelassen und ihnen nur eine vertiefte Ausbiegung gegeben.

Diese Schmelztiegel sind bei weitem dichter als die besten hessischen, sie werden darum auch bei Gold- und Silberschmelzereien fast ausschließlich angewendet, weil man durch ihre geringe Porosität nicht so viel Metall verliert.

Um die Reibung an hölzernen Axen oder Radzähnen (bei Mühlen z. B.) zu verringern, bedient man sich des Graphits mit großem Vortheil, gewöhnlich aber nicht, wie es zweckmäßig wäre, im ganz trocknen Zustande, dann ist das Gleiten am auffallendsten. Sobald man die hölzernen Gegenstände mit einer fetten Graphitsalbe schmiert, so zieht das Fett oder Oel in das poröse Holz ein und der Graphit fällt in harten, zähen Klumpen herab, indessen als trocknes Pulver — sobald sich die Theile der Maschine an einander abgerieben und geglättet haben — genügt eine ganz geringe Quantität fein zertheilten Graphits um die Reibung so sehr zu verringern als irgend möglich.

Bekanntlich werden die feinsten Uhren, die theuersten Chronometer, deren Axen sämmtlich in Stein laufen, trotz dessen mit feinem Oel versehen, weil bei aller Sorgfalt, die man auf die Politur der Stücke, die sich reiben, verwendet, doch noch eine den Gang beeinträchtigende Friction entsteht.

Das Oel beseitigt diese zum größten Theil, allein mit der Zeit wird das reinste Olivenöl doch auch dick und dies wirkt dann wieder nachtheilig auf den Gang der Uhr. Da kam ein Uhrmacher in Neufchatel auf den Gedanken statt des Oeles, Graphitstaub anzuwenden, natürlich nach der allerzartesten Vertheilung und in der allergeringsten Menge. Er hatte die Freude das Experiment auf das vollständigste gelingen zu sehen. Nach mehreren Jahren war noch keine Spur von Unterschied im Gange der Uhr wahrnehmbar, beim Auseinandernehmen derselben zeigten sich die Axen und die Löcher auf das unübertrefflichste polirt und die Graphitkörnchen, welche man beigegeben und denen man diese Wirkung verdankte, waren noch vorhanden, durch das Mikroskop als zarte Kügelchen erkennbar, sie dienten offenbar als Frictionsrollen.

Die Töpfer bedienen sich des Graphits beim Setzen eiserner Oefen. Die blaugraue Farbe, welche dieselben in den Fabriken, in den Gießereien erhalten, rührt von einem Graphitanstrich her, welcher durch Bürsten (wie man Stiefel bürstet und putzt) blank und metallisch glänzend gemacht wird. Dieser Anstrich ist nicht allein da, um dem Fabrikat ein schönes Ansehn zu geben, er ist auch wichtig, weil er gegen den Rost schützt. Die Töpfer, wenn sie einen solchen Ofen gesetzt haben, wobei sie denselben von allen Seiten beschmutzen und benetzen, reinigen ihn und verhindern das Rosten vollständig, wenn sie ihn mit in Wasser vertheiltem Graphit anstreichen und dann trocken bürsten.

Die Galvanoplastik bedient sich des feinen Graphitpulvers als eines leitenden Ueberzuges für die Modelle. Hierzu ist derselbe in einem hohen Grade geeignet, wegen seiner außerordentlichen Leitungsfähigkeit für die Elektricität. Wenn man sich Formen von Gyps oder Wachs oder Guttapercha verschafft (auch Stearin wird dazu gebraucht, verzieht sich aber sehr), so müssen diese nun leitend gemacht werden, weil sie sonst keinen Niederschlag von dem aufgelösten Metall erhalten können. Es genügt alle diese Substanzen mit Graphit zu bepudern und das Pulver mit einem weichen Pinsel so lange auf die Form einzureiben, bis dieselbe sich blei glänzend zeigt. Dann hat man einen äußerst feinen, zarten, die Formen durchaus nicht beeinträchtigenden Ueberzug, der die Elektricität so gut leitet wie Metall und der die Wirkung eines vollkommen zusammenhängenden Leiters hat, obwohl nachgewiesen werden kann, daß ein eigentlicher Zusammenhang zwischen den Körnern des verriebenen Graphits keineswegs vorhanden ist.

Im Anfange des neuen Industriezweiges der Galvanoplastik schmolz man Wachs und Graphit, Stearin und Graphit zusammen, oder man firnißte die Gypsformen und brachte auf diesen Firniß den Graphit. Dies

Alles ist überflüssig, das erstere ist eine Verschwendung des Materials, das letztere, das Anstreichen der Modelle verdirbt die Form, indem die feinsten Linien und Vertiefungen dadurch ausgefüllt, die abgeformten Gegenstände also stumpf werden.

Diamant.

Konnte man den Graphit schon krystallinischen Kohlenstoff nennen, so muß der Diamant als krystallisirter Kohlenstoff und als allerreinster bezeichnet werden. Daß derselbe eine wirkliche Kohle in krystallisirtem Zustande ist, ist noch nicht lange bekannt. Wegen seiner Härte hielt man ihn für Kiesel, hielt man, sage ich, denn man wußte nichts von ihm, man muthmaßte, man glaubte.

Obschon bereits im grauesten Alterthum bekannt, als der kostbarste Edelstein hoch geschätzt, war man doch in der Mitte des achtzehnten Jahrhunderts noch nicht weiter als zur Zeit des weisen Salomo, falls man nicht das für Etwas ansehen will, daß Newton sagte, die brennbaren Körper brechen das Licht sehr stark, der Diamant thut dasselbe, es sei daher zu vermuthen, daß der Diamant ein brennbarer Körper sei.

Es ist in diesen Worten das große Genie, welches mit seinem Lichte die Welt erleuchtete, nicht zu verkennen; der Mann, der aus dem Fall eines Apfels vom Baum, den Fall des Mondes zur Erde und der Erde zur Sonne ableitete, konnte wohl auch aus der Eigenschaft eines Körpers auf einen andern schließen, allein es war ein genialer Gedanke und nichts weiter, es war kein Wissen von der Sache.

Wegen seiner Härte zählte man den Diamant, wie eben bemerkt, zu den Kieseln, er schien jedoch noch härter als dieser und weil er von keinem Stein überwunden wird, gab man ihm den uralten Namen „der Unbezwingliche" (Adamas, woraus Aimant und Demant, Diamant geworden ist). Ein berühmter Chemiker des vorigen Jahrhunderts, Bergmann, bewies zuerst 1777, daß er keine Spur von Kiesel einschließe, indem er seine Eigenschaften und sein Verhalten zu den Flußmitteln vor dem Löthrohr untersuchte. Er gab dem Stoff, aus welchem er bestand, daher einen besonderen Namen „Edelerde" (terra nobilis).

Um dieselbe Zeit trat der französische Chemiker d'Arcet mit einer Schrift über die Wirkungen des Feuers auf verschiedene Steine und Erden hervor, und zeigte, daß er Diamanten durch die Hitze eines Porzellanofens verflüchtigt habe. Von dieser Verbrennlichkeit leitete nun Bergmann die

Gründe ab, warum er in seiner Mineralogie den Diamanten zu den Erdharzen rechnete.

Die Goldmacher hatten auch ihren Theil an den Untersuchungen. Man machte reichen und hochgestellten Personen, die noch reicher und noch angesehener werden wollten, weiß, daß im Diamant der eigentliche Stoff zur Veredlung der schlechten Metalle in Gold liege, oder man gab vor, daß man ein Mittel besäße, kleine Diamanten in einen großen zusammen zu schmelzen und so wurden schon 1694 durch Averami und Targioni in Gegenwart des Großherzogs Cosmo III. zu Florenz, verschiedene Diamanten im Focus eines großen Brennspiegels verbrannt, so wurden 1751 von dem in der Geschichte wenig bekannten Gemahl der Kaiserin Maria Theresia, von Kaiser Franz I., für 6000 Gulden Diamanten und Rubinen in einem anhaltenden Glühfeuer gehalten um sie zu schmelzen und zu vereinigen, allein es ergab sich nichts weiter, als daß die Diamanten verschwunden, die Rubinen aber unverändert geblieben waren; man muthmaßte, die werthvollen Diamanten seien nach ihrer Vereinigung gestohlen, jetzt weiß man, daß sie verbrannt, im Feuer aufgegangen waren.

Es fehlte aber viel, daß die letztausgesprochenen Worte das Resultat der damals angestellten Experimente gewesen wären, obschon sich Männer, wie Lavoisier mit der Angelegenheit beschäftigten. So machte der Graf Bubna in Böhmen Versuche über die Verbrennlichkeit des Diamant (1782, indeß Lavoisiers Versuche zehn Jahre früher datiren), und er konnte vor allen Dingen nichts von der Flamme bemerken, welche Maquer bei Verbrennung des Diamanten gesehen hatte, ihm erschien nur ein phosphorischer, weißbläulicher Schimmer. Zwei verbrannte brasilianische Diamanten ließen etwas Kieselerde zurück, ein alter, orientalischer Diamant wurde zwar ganz verzehrt, da aber durch das dabei erzeugte Gas Kalkwasser getrübt wurde, so war man von der Irrthümlichkeit der Annahme Maquer's und Lavoisiers, der Diamant sei Kohlenstoff, vollkommen überzeugt (statt daß man hätte von der Richtigkeit dieser Annahme überzeugt sein sollen) und man fand, daß der Diamant aus Kieselerde und Flußspathsäure bestehe.

Auf Lavoisiers entscheidende Stimme wurde der Diamant mit der Kohle zusammen gestellt, vielleicht voreilig, aber doch so viel wir bis jetzt wissen, vollkommen gerechtfertigt. Guiton de Morveau verwandelte Eisen durch den Diamant in Stahl, Makenzie und Pepys erhielten durch Verbrennung von Kohle, Diamant und Graphit gleiche Mengen Kohlensäure, Davy verbrannte zu Florenz einen Diamant mit demselben Apparat den Cosmo angewendet hatte und widerlegte noch die letzte abweichende Meinung, die nämlich von Biot und Arago, nach denen der Diamant,

wegen seiner großen Lichtbrechungsfähigkeit, ein Viertheil seines Gewichts Wasserstoff enthalten müsse (wenn dieser Schluß richtig wäre, müßte Wasser das Licht beinahe am stärksten brechen, indeß das Gegentheil stattfindet).

Vorkommen des Diamants.

Im natürlichen Zustande erscheint der Diamant gewöhnlich als ein kaum als Krystall zu erkennender, häufig geradezu abgerundeter Körper. So, mit einer bräunlichen Kruste überzogen, findet man ihn in Flußgeschieben in Bedschapur in Indien (Visapour der Franzosen), in Borneo, aber auch, wenn schon nicht ganz so schön in Brasilien, ferner am westlichen Ural und in Südafrika. Allein er ist an einem wie am andern Orte eine Seltenheit und man muß große Massen des Gerölls durchsuchen und durchwaschen, bevor man ein Steinchen findet, welches tagelange vergebliche Arbeit lohnt. Da er in dem Geschiebe von Bächen und Flüssen vorkommt, so muß er irgend wo her in diese Geschiebe geführt worden sein, man hat, aber ganz vergeblich, nach Gängen mit Diamantlagern gesucht, wie man Goldlager, Platinalager findet, die neueste Zeit hat indessen auch diese Art des Vorkommens entdecken lassen. Ein Quarz enthaltender Glimmerschiefer ist dasjenige Mineral, in welchem der Diamant eingewachsen gefunden worden und aus welchem ausgewaschen er wahrscheinlich in die Geschiebe der Bäche gekommen ist, denn diejenigen, in denen er vorzugsweise gefunden wird, führen Sand und Glimmer fast ausschließlich in ihren Betten.

Nur von diesen Lagern Brasiliens hat man einige Nachrichten; über Indien und Borneo haben die Engländer und Holländer entweder jede Auskunft unterdrückt, oder sie sind überhaupt nicht im Besitz der Schätze des Bodens, sondern nur im Besitz der Schätze der Fürsten und reichen Leute, welche ihnen allerdings ohne Bergbau und ohne anderen Aufwand als einiges Menschenblut zufließen.

Die Entdeckung der Diamanten in Minas geraës (Brasilien) fällt in das Jahr 1727. Einige sogenannte Bergleute aus der neu gegründeten „Prinzenstadt" (Villa do Principe) in der Grafschaft Cerro do Frio, suchten nach Gold. Hierin nämlich besteht die ganze Bergbaukunst der Spanier und Portugiesen, sie suchen im Sande der Flüsse nach Gold, nehmen aber Alles was blank ist dafür, also auch gelben Glimmer, Katzengold und würden sich schwer davon überzeugen lassen, daß sie große Narren sind.

Sie fanden wirklich Gold, aber in geringer Menge, suchten daher an andern Stellen eine günstigere Gelegenheit und fanden dessen in der Gegend, in welcher jetzt die berühmten Diamantwäschereien sind. Sie fanden dort auch kleine Steinchen, kleine Krystalle, dachten aber nicht im Entferntesten an Diamanten, ließen folglich die kleineren auch unbeachtet, hoben nur die größeren auf und schenkten sie dem damaligen Statthalter der Villa do Principe, der sie wieder als Spielmarken benutzte.

Viele dieser Steinchen wanderten auch als niedliche Spielereien an den Hof von Lissabon, wo sie dem Holländischen Gesandten zu Gesicht kamen, der die werthlosen Dinger sich erbat, um sie nach Holland zu schicken und schleifen zu lassen, wodurch sie vielleicht einigen Geldwerth bekommen könnten. Er wußte sehr wohl, was er vor sich hatte, denn Holland war, und ist beinahe jetzt noch, das einzige Land, wo man Diamanten zu schleifen verstand, und wo man mithin rohe Diamanten zu sehen bekam. Der Gesandte (schade, daß die Geschichte nicht den Namen des Schlaukopfes bewahrt hat) schloß auch sogleich einen Vertrag mit der Regierung ab über die Ausbeute, welcher jedoch nicht lange Bestand hatte, indem in der Kunst den Andern über's Ohr zu hauen auch die Portugiesen das ihrige gethan hatten und den Vertrag brachen, sobald sie merkten, daß sich's nicht um Bachkiesel handelte.

Die Portugiesische Regierung nannte nun einen Raum von ungefähr 100 Quadratmeilen den Diamantdistrikt, gab für denselben besondere Gesetze, vorzugsweise um dem Diebstal (höflicher Schmuggelhandel) zu steuern, umringte den Distrikt mit unzulänglichen Wachen, allein Alles vergeblich, denn nun wurde man erst aufmerksam auf diese Schätze, was bis dahin unbeachtet liegen geblieben war, dessen Werth kannte man jetzt, dessen suchte man auf jede mögliche Weise habhaft zu werden. Die Abenteurer durchstreiften die wildesten, unzugänglichsten Gegenden, um neue Fundorte zu entdecken, das Goldwaschen hatte allen Reiz verloren, die Regierung hätte gar nicht nöthig gehabt es zu verbieten; man untersagte sogar den Acker- und Gartenbau und bezog die Nahrung der Arbeiter aus der Ferne — es war alles vergeblich, drei mal so viel wurde gestohlen — nicht doch, geschmuggelt — als von der Regierung erbeutet wurde, und so übergab dieselbe das Ganze einer eigens für diesen Gegenstand privilegirten Handelsgesellschaft und glaubte nun gegen Betrügereien (welche ja die Compagnie trafen, die sie schon zu verhüten suchen würde) geschützt zu sein, allein jetzt betrog die Compagnie die Regierung nach Kräften. Es sollte z. B. die Zahl der Arbeiter 600 nicht übersteigen und für diese sollten 600 Piaster (900 Thlr.) täglich an die Krone gezahlt werden; die Compagnie aber stellte 5000 bis 6000 Arbeiter an und gab doch nur für 600 die stipulirte

Abgabe. Es sollten alle Steine, die über 20 Karat wogen, der Regierung gehören, von da an fand man keine Steine, die mehr als neunzehn wogen. Die Aufsichtsbeamten der Regierung waren nicht wohl zu controlliren, wohl aber waren die Controlleurs und waren die höchsten Würdenträger, durch Diamantstaub von Erbsengröße kurzsichtig, ja völlig blind zu machen, die jetzt nicht mehr bestohlene und beschmuggelte Regierung fand doch so wenig ihren Vortheil in dem Pachtkontrakt, daß sie denselben nicht mehr verlängerte, sondern das Geschäft der Ausbeutung wieder selbst übernahm, als der Vertrag im Jahre 1772 abgelaufen war.

Das Verfahren ist jetzt folgendes: Eine große Anzahl Neger, 4000 bis 6000, steht unter weißen Aufsehern, welche wieder unter einen Oberaufseher, zwei Schatzmeistern und einen Präsidenten des Districts stehen. Ohne Erlaubniß der Regierung darf Niemand den District betreten. Acht Militärdetachements umgeben den District und sollen mit ihren Wachen alle Zugänge besetzen, doch Alles ganz vergeblich, so daß wenigstens zwei Drittheile der durch den Handel nach den verschiedenen Verkaufsörtern gelangenden Diamanten gestohlenes Gut sind und nur ein Drittheil auf den Erwerb durch die Regierungsbeamten kommt.

Eine Diamantwäscherei.

Wie eine derselben eingerichtet ist, so sind alle eingerichtet, wir wollen uns daher diejenige ansehen, welche unter ihresgleichen den größten Ruhm hat. An dem Jequetinhonha, einem Flusse, dessen Geschiebe viele Diamanten führt, ist das Oertchen Mandinga durch die Diamantwäscher entstanden — wenn nach ein paar Dutzend Jahren die Stelle erschöpft ist, werden die Bewohner weiter wandern, nur einige Nachzügler bleiben da, welche sich die vorhandenen Hütten zu Nutze machen, als Brennholz, und wenn dieses erschöpft ist und sie dort nichts mehr finden, so ziehen auch sie weiter und Mandinga wird auf den Karten noch stehen, wenn man schon seit einem Jahrhundert nicht mehr wird angeben können, wo es einstmals zu finden gewesen.

Der Ort ist durch die Arbeiter, Aufseher und Soldaten an einer Stelle des Jequetinhonha gegründet, wo derselbe einen großen Haken schlägt, eine Halbinsel von weit vorgestreckter Halbmondform bildet. Die Halbinsel ist, wie in solchen Fällen immer, von dem Flusse selbst aufgeschüttet, die Art, wie dies geschieht, habe ich im zweiten Theile des „Erdball' unter der Rubrik „mittlerer Lauf der Flüsse" auseinandergesetzt und darf wohl darauf

verweisen. Der Boden solcher Halbinsel ist mithin recht eigentlich Geröll und Geschiebe, und ist gerade dasjenige, was die Diamantsucher haben wollen. Die Halbinsel ist durchstochen, es ist ein Canal durch sie hindurch gegraben, um das Wasser besser in der Nähe zu haben. Das ausgegrabene Erdreich ist nun das erste was ausgewaschen wird.

Um den Fluß aber zu zwingen sein Bette zu verlassen, hat man ihn, sobald der Canal fertig war, durch funfzigtausend Säcke mit Kies gefüllt, zugedämmt und dann auch die Geschiebe aus seinem Bette nach dem Canal hingeschafft. Die Arbeitseintheilung ist nun für eine Reihe von Jahren diese, daß man während der trocknen Jahreszeit das Gerölle der Halbinsel auf dem Vorrathsplatze so aufhäuft, daß man stets die eine Hälfte des Canals angreift, so tief die geringe Wassermasse gestattet, während der nassen Jahreszeit den Kies auswäscht, das ausgenutzte Material aber auf die entgegengesetzte Seite des Canals bringt, welches gleichfalls in der trockenen Jahreszeit, aber um eine Saison später (ein Jahr nach dem Auswaschen) geschieht. Hierdurch wird der Canal systematisch verschoben, nach und nach durch die ganze Länge der Halbinsel geführt und schließlich tritt der Fluß wieder in sein altes Bette, die Halbinsel ist geschlossen, steht wieder so groß da wie früher, ist aber gänzlich durchsucht worden bis in diejenige Tiefe, welche man hat erreichen können wegen des Wasserstandes oder bis auf den felsigen Grund des Flußbettes.

Behufs der eigentlichen Arbeit des Auswaschens muß das Geschiebe, welches den Namen Cascalho führt, aus dem Flußbette auf das hohe Ufer geschafft werden, dies geschah sonst auf höchst mühsame und wenig fördernde Art. Die Neger trugen den Cascalho in Körben auf dem Kopfe nach dem Waschhause; jetzt hat man Wasserräder von doppelter Wirkung eingerichtet, welche während der nassen Jahreszeit durch einen von der unendlichen Menge der Bäche, welche sich von allen Bergen herab stürzen, getrieben werden. Es sind zwei oberschlächtige Wasserräder dicht neben einander auf derselben Axe; die Schaufeln oder Eimer, die den Umkreis des Rades bilden, sind aber entgegengesetzt gestellt, solchergestalt, daß ein ganzer Umkreis, wenn er mit Wasser gespeist wird, das Rad in einem Sinne, wir wollen sagen vorwärts dreht, indeß der andere Schaufelkreis, wenn er gefüllt wird, das Rad rückwärts dreht. Die Rinne für das Wasser des Mühlrades geht gleichzeitig über beide Hälften, allein von den Schützen wird immer nur eine aufgezogen, so also auch immer eine, die vorwärts oder die rückwärts treibende Schaufelreihe gefüllt wird, auf diese Art (von den Lehrern des Bergbaues über die ganze Erde, von den Bergleuten des Harzes erfunden) kann mittelst eines Rades, oder besser einer Axe, eine angemessene Last befördert werden ununterbrochen, es ist wie bei einem

Ziehbrunnen mit zwei Eimern, wo der volle emporgezogen wird, während der leere niedersinkt. Nun hat sich das Verhältniß umgekehrt, der oben schwebende, voll gewesene ist leer geworden, der leer hinab gegangene hat sich gefüllt. Weiter drehen in dem Sinne, in welchem man begonnen, würde bewerkstelligen, daß beide Eimer in den Brunnen stürzen, man muß rückwärts drehen. Dies bewerkstelligt das Doppelrad auf die einfachste Weise und so wird dort das Flußgeschiebe mittelst Wagen, die auf einer schrägen Ebene laufen, emporgeschafft, ohne alle Menschenarbeit.

Ein langer, luftiger Schuppen, dessen Dach auf Pfosten ganz frei schwebt, ohne alle Wände, hat in der Mitte einen Canal, durch welchen das Wasser des Flusses, durch einen einfachen Mechanismus gehoben, immer fort strömt. Sehr viele Abtheilungen, für jeden Arbeiter eine, sind zu beiden Seiten des Canals vertheilt. Jede hat drei Fuß Breite, ist mit Brettern, die in dem lehmigen Boden fest liegen, gedielt und sie hat einen ziemlich bedeutenden Fall, von einem Zoll auf die Elle nach außen, nach den offenen Seiten des Schuppens.

Der in der Mitte, auf dem Rande des Terrains dieses Schuppens laufende Canal steht am höchsten und zwar mit seinem Niveau, mit seiner oberen Fläche durchaus wenigstens sechs Zoll höher als der Boden einer jeden drei Fuß breiten Abtheilung. Eine Schütze, die jede einzelne Abtheilung für sich besonders hat, gestattet, daß aus dem Canal Wasser in beliebiger Menge in die einzelnen Abtheilungen ströme (welche jede von der andern nur durch ein fußhohes, auf der hohen Kante stehendes Brett geschieden ist).

Der Canal selbst ist in seiner ganzen Länge oben mit Bohlen gedeckt, auf diesen Bohlen liegt das Geschiebe so hoch aufgehäuft, als der Raum gestattet und die stets darüber hinweg gezogenen Wagen, welche Diamanterde von dem Flußbette nach den Schuppen schaffen, bestreuen bald die eine bald die andere Hälfte mit ihren Vorrath, indessen die Neger bemüht sind der Arbeit dieser Wagen gleichen Schritt zu halten.

Dies ist nun allerdings keine Kleinigkeit! Nicht daß sie übereilt würden, denn sie müssen Zeit haben, um den Schutt zu durchsuchen, gönnt man ihnen diese Zeit nicht, so bleiben vielleicht die kostbarsten Steine liegen, die Arbeit hat andere Beschwerden.

Ein jeder Neger zieht mit einem Rechen von der Bedeckung des Canals eine Quantität Kies in seine Abtheilung, öffnet dann die Schütze im Canal, welche dazu führt und läßt Wasser über den Kies strömen, indessen er immerfort mit dem Rechen den Kies umrührt. Was nun an Sand und Erde darin ist, wird sofort weggeschwemmt und fließt auf der schrägen Fläche seiner Abtheilung nach den Außenseiten hin, bald ist alles

so fortgeschafft, indessen er gleichzeitig mit den Händen die größeren Stücke, welche das Wasser nicht fortschlemmt, der Erde nach in's Freie wirft.

Ist diese Arbeit gethan und hat er alles Gerölle bis zu den wallnußgroßen Stücken fortgeschafft, so sperrt er die Schütze und nun kniet er neben dem Reste nieder und durchsucht denselben mit emsigster Aufmerksamkeit, häufig einen ganzen Tag lang viele erneute Wäschen vornehmend, mitunter in einer Wäsche fünf bis zehn Diamanten findend, denn er ist durchaus unregelmäßig vertheilt. Allein wie gering auch die Ausbeute ist und fände ein Arbeiter nur alle fünf Tage ein Steinchen von einem Karat, so wäre die Arbeit doch schon eine sehr lohnende, sie brächte die Arbeit jedes Sklaven für jeden Tag auf 6 Thlr. nach Abzug aller Kosten, Besoldungen &c., bei 6000 Sklaven schon ein hübsches Sümmchen, 36,000 Thlr. täglich, allein die Ausbeute ist viel größer und ein Stein von 20 Karat ersetzt an Werth 8000 Steine von einem Karat.

Hat der Arbeiter einen Stein gefunden, so erhebt er sich, klatscht in die Hände, zeigt denselben zwischen Daum und Zeigefinger und übergiebt ihn dem Aufseher seiner Abtheilung.

Damit nun keine Unterschlagung möglich werde, so stehen über dem Canal und neben den Haufen Cascalho Tribünen, auf dem die Aufseher sitzen, so daß sie die Neger stets in größter Nähe unter ihren Augen haben, es sind der Inspectoren gewöhnlich so viele, daß auf je zehn Neger ein Aufpasser kommt. Da die Leute auf den Rändern der Canäle sehr tief gebückt stehen, oder nach Ablaufen des Wassers in denselben knien, gleichfalls tief gebückt, so können sie nicht einen Augenblick wissen, ob das Auge des Inspectors nicht gerade jetzt, wo sie einen Fund gemacht haben und ihn in den Mund bringen wollen, um ihn zu verbergen, auf ihnen ruht. Ist ein Neger übrigens durch eine besondere Bewegung in den Verdacht gerathen einen Stein in den Mund gebracht und verschluckt zu haben, so wird er abgesondert von den Uebrigen und seine Excremente werden genau untersucht. Stellt sich ein Irrthum heraus, so erhält er zu seiner Satisfaction — keine Strafe, wird aber ein Diamant gefunden, so entgeht er einer grausamen Züchtigung nicht.

Damit eine andere Art der Veruntreuung nicht möglich, damit der Arbeiter nicht einen Diamant in den Ritzen und Fugen seines Waschplatzes verstecke, oder wenn es geschehen sollte, die Früchte seiner Schelmerei verliere, wird auf ein gegebenes Zeichen zwischen allen Arbeitern ganz ohne eine Regel gewechselt und dies geschieht mehrere Male täglich. Da nun die Mühe, die ein jeder sich machen möchte mit solchem Verstecken, eine völlig zwecklose wäre, so läßt natürlich ein jeder dergleichen sein.

Es ist dieses gebückt Stehen und Knieen eine schwere Arbeit, aber

man hat noch mehr als dieses den Behörden sowohl als den Privatunternehmern zum Vorwurf gemacht, daß die Neger dabei nackt gehen müßten, andere haben wieder erklärt, dieses sei eine Verleumdung, die Neger gingen bei der Arbeit in ihrer gewöhnlichen Kleidung.

Dieses muß beides vollkommen bestätigt werden, die gewöhnliche Kleidung der Neger ist nämlich ihre schwarze Haut, die gewöhnliche Kleidung ist nackt gehen, allerdings würden sie in Jacke oder Beinkleid leichter einen Diamant verstecken können, als wenn sie nichts dergleichen haben, allein die Neger würden sich sehr beschwert fühlen, wenn sie bei solcher Arbeit Kleider anziehen sollten; sie haben um die Lenden ein Tuch gewickelt, eine andere Bedeckung kennen sie nicht, es sei denn, daß sie Sonntags in die Kirche gingen, so widerlegt sich die Fabel von der Grausamkeit, so wie die von der Verleumdung von selbst nur aus der Natur der Sache.

Der Vortheil der Sklaven geht übrigens mit dem ihrer Herren Hand in Hand, bei jedem Stein von 2 Karat bekommt der Finder ein kleines Geldgeschenk und Abends eine viel bessere und reichere Mahlzeit mit Aguardiente (Branntwein), er bekommt auch wohl ein Paar Loth Schnupftabak. Das Geschenk steigert sich mit der zunehmenden Größe des Steins. Beträgt das Gewicht ein Quarto, d. h. etwa 8 Karat oder darüber, so erhält er unter allerlei Festlichkeiten einen ganz neuen Sonntagsanzug; ist er so glücklich einen Stein zu finden, der einen Ottavo, d. h. 18 Karat wiegt, so wird ihm die Freiheit geschenkt, und da die Sklaven fast alle gemiethet sind, so wird sein Preis oder Werth dem Besitzer in baaren Piastern ausgezahlt. In der Regel ist der jetzt freie Mann dadurch höchst unglücklich; da man weiß, die freien Neger sind unbeschreiblich faul, so behält man ihn nicht bei der Arbeit, er muß den Diamantdistrict verlassen, wird sammt seinem Freibrief nach der nächsten Stadt escortirt, um dort auf das jämmerlichste zu verkommen. In früheren Zeiten hatten diese Freigelassenen das Recht auf ihr eigenes Conto fortzuarbeiten, d. h. den Tagelohn, den man früher seinem Herrn für ihn bezahlt hatte, nunmehr sich selbst zu verdienen, die Erfahrung hat gezeigt, daß die Neger eine solche Vergünstigung nicht ertragen können, daß sie gezwungen werden müssen. Wie ein Pferd auch nicht arbeitet, wenn nicht sein Herr dasselbe anhält, wie es nichts weiter als essen, trinken und schlafen will, so, gerade so ist der Neger im Zustande der Freiheit. Dieses Erlangen der Freiheit kommt übrigens selten genug vor, man rechnet in Brasilien alle zwei bis drei Jahr auf einen so werthvollen Fund. Der Werth eines solchen kann übrigens 13 bis 15,000 Thaler betragen.

Der Diamant als Edelstein.

Die große Seltenheit seines Vorkommens und die Schönheit seines Farbenspiels giebt dem Diamant einen zwar ganz imaginairen, aber dennoch sehr großen Werth, über dessen Höhe alle ganz oder auch nur halb civilisirten Völker überein gekommen sind. Es ist nicht wie mit dem Kunstwerth einer Marmorstatue, einer Victoria von Rauch, für welche der König von Preußen 40,000 Thaler zahlt, indeß ein türkischer Pascha ihr Arme und Beine abhauen und sie als Schwelle zu seinem Pavillon verarbeiten lassen würde. Für einen schönen Solitair zahlt ein reicher Perser oder Indier (falls es deren nach der langen Occupation Indiens durch die Engländer noch giebt) mehr Geld als ein reicher Europäer.

Die Krystallisationsform des Diamanten ist das Octaeder, ein Körper, welcher dem regulairen System angehört, Fig. 403 zeigt die reine einfache Form. Der Körper hat 8 ganz gleiche und gleichseitige Dreiecke o o o. Dieselben bilden zwei Pyramiden, welche mit ihren Grundflächen an einander stoßen. Der Körper ist dabei so regelmäßig, daß die drei Quadrate DDD, welche sich rechtwinklig schneiden, beliebig als Grundfläche angesehen werden können. Das Octaeder hat sechs Spitzen, jede derselben bildet den Gipfel einer Pyramide, doch sind in derselben nicht sechs, sondern nur zwei Pyramiden mit ihren Grundflächen vereint und die Linie, welche aus einer Spitze durch die Mitte der darunter liegenden quadratischen Fläche nach der gegenüber liegenden Spitze gezogen werden kann, heißt die Axe. Allein es ist gleichgültig, bei welcher Spitze man anfängt, jede derselben hat unter sich eine viereckige Basis von ganz gleicher Größe mit den andern, jede hat sich gegenüber eine zweite Spitze und die Linie von dieser Spitze zur gegenüber liegenden geht unter allen Umständen durch die Mitte der zwischen beiden Spitzen liegenden viereckigen Fläche und diese Linie oder Axe steht auch jederzeit genau senkrecht auf dem Quadrat.

Fig. 403.

Dieses ist das regelmäßige Octaeder, welches die Grundform des Diamantkrystalles ist. Allein der Diamant sieht gewöhnlich im natürlichen Zustande etwas gerundet aus, und dies kommt daher, daß auf jeder der acht Flächen seines Octaeders eine kleine, ganz niedrige Pyramide aufgewachsen ist. Fig. 404 zeigt ein Octaeder, welches diese Umwandlung erlitten hat, es ist diejenige, in der der Diamant gewöhnlich vorkommt.

Digitized by Google

Man sieht in den Hauptlinien D ganz deutlich die Kante eines der acht Dreiecke, welche das Octaeder bilden, aber auf diesem Dreieck ist eine dreiseitige Pyramide aufgewachsen, welche über der Mitte des Dreiecks (d. h. eines der acht Dreiecke) in o seine Spitze hat.

Fig. 404.

Die dreieckige Pyramide ist sehr flach, die Seiten derselben stehen gegen ihre Grundflächen (eine der Seiten des Octaeders) unter einem Winkel von 20 Graden geneigt, die Kante D ragt also hervor, doch viel weniger als bei dem Octaeder, wo eine Seite gegen die benachbarte unter einem Winkel von 90 Grad geneigt ist, auf jede Fläche ist nun eine Pyramide gelegt, welche die scharfe Kante D viel stumpfer macht, dies mit der geringen Erhebung von o, der Spitze der dreiseitigen Pyramide, bewirkt, daß der ganze Körper schon kugelähnlich (aber facettirt) wird, da derselbe nun vollends Jahrtausende in den Geröllen und Geschieben, seinem Muttergestein, umhergewälzt und gedreht werden, so sind diese Kanten noch obenein abgestumpft und so ist die Annäherung an die Kugelgestalt vollkommen erklärlich.

Dennoch ist der Durchgang der Blätter bei dieser Abrundung so wenig zu verkennen, daß, selbst bei der Trübung der Lichtwirkung durch die äußere Rauhigkeit, der Glanz derselben sie verräth und die Benutzung dieser natürlichen Krystallflächen ist ohne Zweifel die erste Art künstlicher Bearbeitung gewesen, welche der Diamant erfahren hat.

Spalten des Diamanten.

Spalten oder Klöben (Klöven) nennt der Steinarbeiter die Kunst die natürlichen Spaltflächen eines krystallisirten Gesteins aufzusuchen und mittelst eines aufgesetzten Meissels und eines kurzen, raschen Schlages darauf, eine Trennung zwischen zweien solchen Flächen herbeizuführen. Einzelne Steine zeigen dieses blättrige Gefüge in höchst auffallender Art, so der krystallisirte Gyps und der Glimmer. Beide kann man mit einem Messer trennen, nach einer andern Richtung aber, als diejenige ist, welche der Durchgang der Blätter zeigt, ist dieses nicht möglich.

Was nun beim Gyps so sehr auffallend hervortritt, das findet zwar bei unzähligen anderen Krystallen auch, selten aber in so entschiedener Weise statt und die Kunst des Steinschneiders besteht darin, diesen Durchgang der Blätter auch da zu finden, wo er nicht so deutlich hervortritt. Solche

Digitized by Google

Leute, die sich viel damit abgeben, erlangen eine außerordentliche Geschicklichkeit darin, das zeigen uns die fast außer Gebrauch gekommenen Flintensteine aus einem Material, welches gar nicht einmal blätterigen, sondern muscheligen Bruch hat und wo doch die Steine eine solche Genauigkeit in der Form haben, daß man lange Zeit die Fabel glaubte, die Feuersteinmasse sei in der Erde weich wie Gallerte, werde mit dem Messer geschnitten und trockene und erhärte dann an der Luft.

Zur Bearbeitung der Edelsteine brauchte man begreiflich noch geschicktere Leute als zur Bearbeitung der Flintensteine, aber von diesen geschickteren Leuten wurde denn auch Ungewöhnliches geleistet und sie wußten den Edelsteinen und so vorzugsweise dem Diamant die Form zu geben, welche das schönste Farbenspiel lieferte, und wußten die Flächen hervorzuholen, welche den herrlichsten Glanz zeigten, den man mit dem besonderen Namen „Diamantglanz" belegt.

So, offenbar nicht geschliffen, sondern nur gesprengt, geklöbt, sind die Diamanten in sehr alterthümlichem Damenschmuck, wie man dieselben zur Zeit der Römerherrschaft bereits kannte und wie sie wohl seit den Feldzügen Alexanders aus Indien gekommen sein mögen, vielleicht viel früher schon, ehe man an Römer und Griechen dachte, durch die Juden, welche ja schon seit Salomo mit dem Goldlande Ophir in Verbindung standen.

Allerdings wird lange vor Salomo bereits von einem Stein gesprochen, den Luther mit Diamant übersetzt. Im zweiten Buche Moses nämlich, im 28. Kapitel wird das Feierkleid beschrieben, welches Aaron als Oberpriester tragen soll, dabei auch das Brustschild mit den zwölf Edelsteinen, auf deren Fläche die Namen der zwölf Stämme Israels durch den Steinschneider gravirt sind. Diese Steine heißen Sarder (Sardonyx), Topas, Smaragd, Rubin, Saphir, Demant (V. 18), Lyncurer, Achat, Amethist, Türkis, Onyx und Jaspis.

Hier hätten wir den Diamant unzweifelhaft — ja deutsch wohl, ob aber auch hebräisch ist doch noch sehr die Frage, denn der Stein, welchen Luther mit „Demant" übersetzt, heißt im Original Jahalom, ob dies nun wirklich das ist, was Luther dafür giebt, ist sehr zweifelhaft. Er hat oft die Begriffe des deutschen Gelehrten für die des Hebräers gesetzt und einige Verwirrung in die Sache gebracht, wie er z. B. Astarte, die phönikische Göttin immer mit dem Worte „Hain" (Wald, Wäldchen) übersetzt, den Hain zerschlägt und in den Bach trägt, dem Hain Kleider weben läßt — weil eine Klangähnlichkeit zwischen dem hebräischen Hauptworte Wald und dem phönikischen Eigennamen Astarte vorhanden ist. Wenn er dies thut, oder in demselben Capitel 28, in dem 38. Verse den Grund angiebt, weshalb Aaron eine Stirnbinde mit der Inschrift „die Heiligkeit

des Herrn" tragen soll, V. 38 „Auf der Stirn Aarons, daß also Aaron trage die Missethat des Heiligen, daß die Kinder Israel heiligen in allen Gaben ihrer Heiligung und es soll allewege vor seiner Stirn sein, daß er sie versöhne mit dem Herrn" (man glaubt einen Hegelianer zu hören). Wenn er dies thut so kann er auch wohl Jaholom mit Diamant übersetzen, ohne daß er einen andern Grund hat, als weil er Granat, Opal, Berill, Chrysopras, Carneol ꝛc. nicht gekannt hat, die eben so gut an jene Stelle gepaßt hätten wie der Diamant.

Der goldene Leuchter, den Antiochus dem Capitol aus Kleinasien schickte, war übrigens ganz mit Diamanten bedeckt, damals waren dieselben also bereits im Gebrauch, unzweifelhaft aber in derjenigen Form, welche man ihnen durch Sprengen und Schlagen geben konnte, nicht durch Schleifen facettirt, weil er der härteste Edelstein ist und durch kein anderes Mittel anzugreifen ist als durch einen anderen Diamanten, denn die Benutzung des Demantspathes ist eine Erfindung der neuesten Zeit.

Vermöge dieser großen Härte ritzt er alle anderen Edelsteine und man kann den feinsten glasharten Stahl mittelst des Diamanten nicht bloß ritzen, sondern man kann denselben damit drechseln. Die Axen von Theodolithen werden von Stahl gemacht und dann gehärtet; dabei verziehen dieselben sich immer, angelassen und gerichtet darf aber solche Axe nicht werden, weil es auf ihre vollkommene Rundung bei größtmöglichster Härte ankommt. So wird denn die gehärtete Axe auf die Drehbank gebracht, in dem Support steckt ein in Stahl gefaßter Diamant als Meißel und er dreht Späne von dem gehärteten Stahl, als ob es weiches Eisen wäre.

Da nun dieses der Fall ist, so wird es Niemand befremden, daß er auch Glas angreift, denn er greift ja Stahl an, welcher schon bei weitem härter ist als Glas, allein dieser ritzt dasselbe doch nur, und man will es getrennt, gespalten haben. Mittelst eines geschliffenen Diamanten kann man wohl einen Namen in die Fensterscheibe schneiden, aber nicht die Fensterscheibe zerschneiden, dies geschieht durch einen Splitter. Die rohen Steine werden alle geklöbt, um den Abfall (nicht selten die Hälfte des Gewichts, immer wenigstens ein Drittheil) noch benutzen zu können, welches nicht geschehen könnte beim Abschleifen. Dieser Abfall giebt wenigstens, d. h. im schlechtesten Falle, Splitter, im bessern sind die Stücke so dick, daß man auch sie noch als geschliffene Steine verwerthen kann, alsdann werden sie durch Meissel und Hammer noch weiter getheilt, dergestalt, daß die dickste Masse in der Mitte unversehrt bleibt, um weiter verarbeitet zu werden und nebst diesem noch sechs, acht und mehr dreikantige Splitter abgefallen sind.

Ist solch ein Splitter eine Linie lang und an seinem obersten Theile

eine halbe Linie dick, so kann er einen sehr werthvollen Glaserdiamant geben, vorausgesetzt, daß ihm eine andere Eigenschaft nicht fehle. Zwei von den längsten Seitenflächen müssen unter einem sehr spitzen Winkel zusammenstoßen, und da wo sie diesen Winkel, die schneidende Schärfe des Diamants bilden, müssen sie eine etwas gekrümmte Linie zeigen.

Solche Splitter (denen man auch durch Schleifen die verlangte Form geben kann) in einen Stahlstift gefaßt und richtig über eine Glastafel — und wäre es halbzoll dickes Spiegelglas — geführt, verursachen einen Spalt, nicht eine gekratzte, sondern eine durch einen scharfen Keil getrennte Stelle, der bei gelindem Drucke ein Sprung folgt, welcher die Glastafel trennt.

Dieses ist es, was man mit dem Diamant, der über die Glastafel gezogen wird, bezweckte, der geschliffene Diamant stößt mit seinen Facetten unter viel zu stumpfen Winkeln zusammen, um einen Schnitt verursachen zu können, er kratzt nur, der Diamantsplitter aber wirkt wie der scharfe Keil, den man in einen Klotz treibt, es entsteht ein Spalt, welchem ein mechanischer Druck eine Erstreckung durch die ganze Glasdicke geben kann.

Daß übrigens die Krümmung der Schneide nothwendig sei, scheint nicht richtig. Die Splitter sind immer so gekrümmt und wirken vollkommen gut, allein ein künstlich geschliffener, dem Splitter nachgebildeter Diamant wirkt genau eben so kräftig, falls der Winkel, unter dem die Flächen an einander stoßen, nur scharf genug ist, er wirkt, wenn auch die Linie unter der die Flächen an einander stoßen, ganz grade sind, allein Niemand wird, so lange er Splitter bekommen kann, geschliffene Diamanten nehmen, weil sie viel theurer sind, und diese Splitter haben immer gekrümmte Flächen, weil der Bruch der Diamanten muschelig ist, so ist denn die Zufälligkeit nach und nach zur Bedingung geworden, ohne daß ein eigentlicher Grund dazu vorläge.

Bearbeitung des Diamants.

Da der krystallisirte Kohlenstoff das Härteste ist, was bis jetzt bekannt geworden, so müßte eigentlich der Diamant gar nicht bearbeitet werden können, außer etwa durch Absprengen, wie man dieses in früheren Zeiten gethan hat. Bei den Untersuchungen über die Härte ist man zu der Ueberzeugung gekommen, daß ein Diamant den andern ritzt, und daß der dadurch entstehende Strich weiß ist, der Diamant wird also vom Diamant angegriffen. Die Versuche hierüber gehören dem vorigen Jahrhundert an, die

Kunst, die Diamanten zu schleifen und zu poliren ist jedoch sehr viel älter, namentlich hat H. v. Marr in seinen „Merkwürdigkeiten der Stadt Nürnberg" dargethan, daß es in dieser Stadt bereits um das Jahr 1375 eine eigene Zunft Diamantpolirer gegeben habe; welcher Mittel sie sich dazu bedienten und welche Erfolge ihre Kunst gehabt, ist zwar nicht zu bestimmen, allein dies steht historisch fest, daß in jener Zeit, von welcher hier die Rede ist, Amsterdam noch ein Fischerdorf oder Flecken war, daß der Ort erst ein Jahrhundert später städtische Gerechtsame erhielt und erst 1490 mit Mauern umgeben wurde, daß ferner erst viel später, als die Verfolgungen der Spanier die Niederlande heimsuchten, sich Amsterdam zu einer bedeutenden Stadt erhob, indem die von der Bekehrungswuth verfolgten Protestanten dorthin flüchteten und ihren Kunstfleiß, ihre Geschicklichkeit mitbrachten, während Augsburg und Nürnberg damals bereits seit vielen Jahrhunderten (das erstere zur Römerzeit als römische Colonie Augusta vindelicorum, das letztere wohl viel später, doch urkundlich bereits um das Jahr 1050 als Stadt genannt) nicht nur die eigentlichen Repräsentanten deutschen Kunst- und Gewerbefleißes, sondern wirklich die einzigen Orte waren, in denen eine Industrie sich entwickelt hatte, die um so bedeutender war, als der ganze Handel zwischen dem Norden von Europa, sogar Frankreich mit eingeschlossen, von Kleinasien und Afrika über Venedig und Genua durch die beiden alten deutschen Städte ging und die rohen Produkte der fernen Länder hier ihre Vervollkommnung und Verfeinerung erhielten.

Mit der Entdeckung des Seeweges nach Indien (um Afrika durch Vasco de Gama) und später mit der von Amerika, verschwand der Glanz und Ruhm dieser Städte und die Seehäfen wurden die bedeutenderen, allein der Kunstfleiß ist dem Handel nicht nachgeeilt, hierin steht Nürnberg noch immer viel höher als Amsterdam ꝛc. bis Petersburg, welche alle an dem Handel der Welt Theil genommen, den Gewerbefleiß, weil er nicht schnell genug reich machte, aber nur sehr wenig begünstigt haben.

So wird es begreiflich, daß das Herz von Deutschland auch in der Kunst des Diamantschleifens die ersten Schritte gethan und lang Zeit allen anderen voran gewesen ist und die Holländer keine Berechtigung haben, sich dieses Zweiges der Technik als ihrer Erfindung zu rühmen, obschon in den letzten Jahrhunderten sie allerdings fast ausschließlich im Besitz derselben waren und man auch an anderen Orten gar keine Diamantschleifer suchte. Berlin z. B. hatte in den zwanziger Jahren dieses Jahrhunderts einen solchen, der Verfasser sah die prächtige Maschinerie, welche in dem Besitz des Mannes war, der Unglückliche starb im tiefsten Elende, weil er gar nichts zu thun hatte, indeß die Juweliere ihre Edelsteine sämmtlich

nach Holland schickten. Vom zehnten Theil des dorthin gesendeten Betrages hätte der geschickte Arbeiter reich werden können.

Der Diamant ist zwar enorm hart, doch nicht zähe sondern spröde, daher läßt er sich von einem viel weniger harten, aber widerstandsfähigeren Körper, dem gehärteten Stahl zerkleinern.

Der erste, historisch gewordene Diamant ist derjenige, den Karl der Kühne, Herzog von Burgund in der Schlacht bei Granson 1476 verlor und den später die reichen Fugger in Augsburg kauften. Derselbe war von Ludwig van Bergen ein Jahr vorher geschliffen worden. Dies geschah zu Brügge (welches damals eine viel bedeutendere Stadt war als das später aufblühende Amsterdam) und man erzählt, daß dieser Diamantschleifer sein Verfahren ganz selbstständig erfunden, indem er noch als Jüngling, als er eben die Schule verlassen, schon bemerkt habe, daß zwei Diamanten sich gegenseitig ritzten, und daß dabei ein weißes Pulver entstehe, welches er nun sorgfältig gesammelt und damit weitere Versuche angestellt habe, die zu einem so glücklichen Ziele geführt, daß er bald mit den renommirtesten Nürnberger Edelsteinschleifereien habe wetteifern können.

Jeder Stein wird vor dem Schleifen geklobt oder geschnitten, wenn das Klöben nicht eine günstige Form verspricht. Das erstere folgt dem Durchgange der Blätter, das letztere wird nach der vortheilhaftesten Lage vorgenommen, in welcher man die Masse des Steins am mehrsten schont, ihn am größten erhalten kann; es geschieht mit einer Säge, die weiter nichts als ein sehr feiner Stahldrath ist, die fehlenden Zähne werden durch mit Oel getränkten Diamantstaub ersetzt.

Welch eine Verkleinerung des Diamanten eintritt, wenn man ihn schleifen läßt, möge ein Beispiel zeigen. Der Gouverneur von Indien Thomas Pitt hatte auf die dort übliche Weise einen gewaltigen und fehlerfreien Diamant in seine Hände bekommen, welcher beim Verkauf nach ihm, dann aber nach seinem zweiten Besitzer, dem Regenten von Frankreich, Ludwig von Orleans, der ihn während der Minderjährigkeit Ludwigs XV. ankaufte, „der Regent“ genannt wurde.

Pitt suchte den Pitt zu verkaufen, August der Zweite, König von Polen bot ihm unter Bürgschaft der Stände des Königreichs 800,000 Thlr. dafür, Pitt wollte aber nicht Bürgschaft sondern Geld und verkaufte ihn dann an Ludwig von Orleans für ungefähr 600,000 Thlr. (2,500,000 Francs oder nach damaligem Sprachgebrauch Livres), welche ihm jedoch in Papieren zu dem Nominalwerth ausgezahlt wurden, die sich bei den zerrütteten Finanzen Frankreichs kaum als halb so viel werth auswiesen.

Der Diamant wog 410 Karat, eine ungeheure Masse für einen Diamanten, indem man schon einen solchen von 1 Karat Gewicht einen

Solitair nennt, ein Vereinzelter, werth ganz allein, ohne Carmoisirung mit andern Edelsteinen, gefaßt zu werden. Es giebt nur äußerst wenige von noch größerem Gewicht, und zum Theil ist die Echtheit zweifelhaft.

Als derselbe geschnitten war, hatte er viel mehr als die Hälfte, beinahe zwei Drittheile seines Gewichts, nämlich 254 Karat verloren und er wog jetzt nur noch 156 Karat. Die Kosten des Schneidens und Polirens waren sehr beträchtlich, sie betrugen 31,514 Thlr. und für den aufgewendeten Diamantstaub mußte man noch 9800 Thlr. bezahlen. Die abgeschnittenen Stücke hatten aber, obschon ziemlich verkleinert, doch einen Werth oder vielmehr einen Preis (denn sie wurden dafür verkauft) von 56,000 Thlr. Hätte man den Stein in seinem Gewicht erhalten können, so wäre er 8 bis 9 Millionen Thaler werth gewesen.

Derselbe befindet sich jetzt unter den Juwelen der preußischen Krone. Er war dem Könige Ludwig XV. gestohlen, war während der Revolution auf dem Boden eines demolirten Hauses gefunden, nach Deutschland gebracht und dort versetzt worden, ward dann durch Napoleon als sein Eigenthum requirirt und befand sich in seinem Kronschatz, ja in seinem Wagen, als er von dem Schlachtfelde von Belle Alliance entfloh. Das 15. preußische Regiment eroberte den Wagen, der zu seinem Unheil von Napoleon verlassen war, zu seinem Unheil, denn in Gefangenschaft Preußens, das er ohne allen Grund auf das tiefste gekränkt, wäre es ihm doch wohl viel besser gegangen, als bei den Engländern, deren weltkundiger Großmuth er sich selbst, in gänzlicher Verkennung des Charakters seiner Regenten des Oberhauses) thörichter Weise übergab.

Das Regiment begnügte sich mit den übrigen Schätzen, die reich genug waren, um jedem Soldaten ein paar Tausend Thaler abzuwerfen, und schenkte den eroberten Diamant seinem Könige, unter dessen Kronjuwelen er sich als ein Beweis der Tapferkeit und der noblen Denkungsweise seines Heeres befindet.

Bei der Bearbeitung des Diamants sieht man mit großer Sorgfalt auf die möglichste Schonung der Schwere und wählt lieber eine schlechtere Form, wenn dadurch an seinem Gewicht gespart werden kann. Im Besitz der russischen Krone befindet sich ein solcher Diamant. Der Schach Nadir erbeutete denselben in Indien; als er ermordet wurde, fiel dieser Stein einem Häuptling einer Horde in die Hände, der ihn für 50,000 Rubel einem Kaufmann in Astrachan überließ. Die Kaiserin Katharina bot für denselben die zehnfache Summe, das Adelsdiplom und eine jährliche Pension von 6000 Rubel, der Kaufmann wollte ihn dafür nicht lassen, da sich jedoch kein anderer Käufer fand, wurde er für 450,000 Rubel und den

Adelstand (aber ohne Pension) verkauft. Er wiegt 194 Karat, ist aber um seine Masse zu schonen, in eine ziemlich ungünstige Form, die einer vielseitigen Pyramide gebracht worden, wollte man einen vollkommen schönen Brillant daraus formen, so würde er noch 66 Karat verlieren müssen und dann nur 128 Karat wiegen, und so zieht man es vor, ihm seine Form zu lassen, die auch für die Spitze eines Scepters so weit ganz geeignet ist.

Schnittformen des Diamanten.

Die Formen, in welche man den Diamant und alle ganz durchsichtigen Edelsteine Smaragd, Topas, Zirkon bringt, sind sehr verschieden, die theuerste ist die Brillantform, darauf folgt die der Rosette und dann die des Tafelsteins. Zwischen diesen sind viele Bastardformen und die reinen Formen selbst haben viele Varianten, so allein die des Brillants drei, die man auch mit dreifacher, doppelter und einfacher Brillant bezeichnet. Der Ausdruck „echter Brillant" ist durchaus falsch, denn ein Stück Flintglas oder Quarz kann sehr wohl zu einem echten Brillanten geschliffen sein, ohne dadurch ein echter Diamant zu werden und es kann in unserer Hand ein sehr schöner und vollkommen echter Diamant liegen, ohne deßhalb ein Brillant zu sein.

Der Brillant fordert die größte Dicke des Steins, der Tafelstein die geringste, der Brillant steht oben über die Fassung nur halb so viel hervor als derselbe in die Fassung hinein reicht, bei großen Brillanten ist es daher nicht üblich sie in Ringe zu fassen, weil sie den Finger belästigen. Brillanten von einem Karat pflegen die größten zu sein, die man zu Ringen verwendet. Rosetten und Tafelsteine kann man beliebig groß nehmen. Der Brillant besteht aus einem Ober- und einem Untertheil. Das letztere ist eine vielseitige Pyramide, deren äußerste Spitze quer abgeschnitten ist. Diese kleine Fläche heißt die „Culasse", sie steht der, auf der obern Seite befindlichen Fläche, die man die „Tafel" nennt, genau gegenüber. Zwischen diesen beiden Tafeln breitet sich oben die Rosette in drei oder zwei Reihen Facetten, unten aber die Pyramide immer weiter aus, bis beide in dem äußersten Rande (der Rundiste) zusammenkommen, die gerade in der Fassung steckt und dazu dient, um mit möglichst wenig Aufwand von Metall, den Stein so zu befestigen, daß man recht auffallend viel von seiner Masse sieht und er doch zugleich fest sitzt.

Hat der Stein zwischen seiner oberen Tafel und der Rundiste drei

Reihen Facetten, so heißt er ein dreifacher Brillant, er muß dann überhaupt 58 Flächen haben, davon 33 im Obertheile, 25 an der Pyramide sind.

Hat er nur überhaupt 24 bis 32 Facetten, so heißt er zweifacher Brillant und die Flächen am Obertheil sind in zwei Reihen um die Tafel geordnet. Einfache Brillanten haben nur eine Reihe Facetten um die Tafel, zu Halbbrillanten oder Brillonets werden sie, wenn dem Stein die ganze im Ringe sitzende Pyramide fehlt.

In diesem letzteren Falle nähert er sich den Rosetten, oder geht vielmehr in dieselben über. Rosetten sind Halbbrillanten, welche unten flach sind und oben keine Tafel haben, sondern in eine Spitze zusammen laufen, dies geschieht durch drei Reihen Facetten, deren zwei am Umfange des Steins umher laufen und die dritte Reihe in der Mitte des Steins die Tafel überbaut. Man wendet diesen Schnitt an, wenn der Stein so geformt ist, daß er wohl die Pyramide des Brillanten geben würde, daß man aber zu viel von seinem Umfange weg nehmen müßte, um nun auch aus der flachen Seite die Facetten und die Tafel heraus zu arbeiten. Dieser so geschnittene Stein hat viel weniger Werth als ein Brillant von gleicher Schwere, wollte man ihn aber zum Brillanten umschaffen, so würde er noch viel weniger werth sein, weil er über die Hälfte seines Gewichts verlieren müßte. Betrüger benutzen diese Form gewöhnlich, um aus einem halben Brillanten einen ganzen zu machen. Die Spitze der Rosette wird abgeschliffen, um eine Tafel zu gewinnen und an die untere flache Seite wird eine Pyramide von der entsprechenden Größe aus Zircon, einem Edelstein, der in schönen Exemplaren die täuschendste Aehnlichkeit mit dem Diamant hat, angesetzt. Beide Steine werden erwärmt, zwischen die beiden Flächen, mit denen sie auf einander liegen, wird ein wenig Mastix gebracht, dann die Erhitzung fortgesetzt bis das Harz schmilzt, nunmehr werden die beiden Hälften gerichtet, zusammen gedrückt und dann langsam abgekühlt. Beide Flächen verfließen so sehr in eine, daß auf dieselbe Art achromatische Objective zusammengesetzt werden, und der Lichtstrahl, welcher sich gewöhnlich nicht täuschen läßt, doch nichts davon entdeckt. Hier bei dem Diamant vermag der größte Kenner nichts zu finden, was ihn auf den Betrug brächte, bis er den Stein aus der Fassung nähme (dieses allerdings geschieht bei großen, theuren Steinen immer).

Der Tafelstein ist ganz flach, wie ein Stückchen Glasscheibe, hat aber an seiner oberen Seite am Rande Facetten.

Zwischen Brillant und Rosette steht noch der Dickstein, wie ein Brillant geschliffen, aber mit einem Drittel seiner Facetten; er wird selten in solcher Art gebraucht, der Diamantschleifer aber macht aus jedem zum Brillanten tauglichen Stein zuerst einen Dickstein, er dient zur Vorbereitung auf die

eigentliche Brillantform, deren Grundlage er ist und er bedingt die Regelmäßigkeit des Schnitts, wie man, um ein regelmäßiges Zwölfeck zu zeichnen, zuerst ein regelmäßiges Sechseck zeichnet.

Die merkwürdigsten Diamanten.

Als der größte gilt der Portugal gehörige, er hat Eiform, ist roh und hat einen Fehler, weil der Finder in Brasilien denselben auf einen Ambos legte und mit einem Hammer darauf schlug um ihn zu prüfen — es muß ein Mann von großen, umfassenden Kenntnissen gewesen sein. Der Stein wiegt 1860 Karat, dies heißt 24 Loth, etwas Ungeheures bei einem Stein, den man sonst nach Gränen wägt. Er war auf 1568 Millionen Thaler geschätzt. Viele glauben übrigens es sei ein brasilianischer Topas, welches allerdings seinen Werth auf ein Paar hundert Thaler herabsetzen würde. Da der Stein einen Fehler hat, so würde es leicht sein davon ein Splitterchen zu trennen und dieses zu untersuchen, es wäre jedoch der portugiesischen Krone schwerlich damit gedient, wenn man ermittelte, daß ihr Schatz ein durchaus eingebildeter gewesen.

Außer dem vorhin beschriebenen im russischen Scepter besitzt der russische Kronschatz noch einen Diamanten von 779 Karat, gleichfalls aus Indien stammend und auch unschön gespalten, doch so, daß seine Masse geschont wurde, sollte er einen Brillantschliff erhalten, so würde man eines Königreichs Werth von ihm abschneiden und schleifen müssen, er würde um 200 Karat leichter werden. Sein Werth soll 34 Millionen Thaler betragen.

Der des Raja von Multan auf Borneo wiegt 367 Karat. Sein Werth würde 16 Millionen Thaler betragen. Der nächst größte ist derjenige, welchen Tavernier im Besitz des Großmoguls von Indien sah (Schehangir 1650), welcher 279 Karat wog und 4 Millionen Thaler werth war. Die Engländer fanden, daß derselbe ihnen weit besser stehen würde als dem elenden Asiaten, sie haben ihn für sich genommen, die Holländer, zwar auch nicht viel werth, aber doch so viel mehr als mehr deutsches Blut in ihren Adern fließt, haben dem Fürsten in Borneo den seinigen zu belassen bis jetzt noch die Güte gehabt.

Ein nächst großer Diamant ist der „Kohi nur“ (Berg des Lichts) auch im Besitze Englands, von 186 Karat; er soll dem Gewicht nach beinahe 2 Millionen Thaler werth sein, da er jedoch gleich all den indischen eine sehr schlechte Form hat, so schätzt man ihn umgearbeitet auf nicht mehr als

die Hälfte. Diese Umarbeitung ist jetzt erfolgt und er hat dabei allerdings ein Viertheil seines Gewichts verloren, doch ist er dadurch so vollendet schön geworden, daß er im Werthe jetzt höher steht als früher.

Im Besitz der russischen Krone ist noch ein Diamant von 139 Karat, im Schatze zu Rio Janeiro ein anderer von 138, im östreichischen Schatze einer, der Sancy von 106 Karat. Sachsen besitzt drei von 48, 40 und 38 Karat. Wir wollten uns, lieber Leser, Du oder ich, mit dem Werthe des letztern begnügen, denn der Preis wird so bemessen, daß man sich fragt, was ist ein Karat von der Qualität, die hier vorliegt, werth. Dies kann 70 bis 80 Thaler betragen. Diesen Preis multiplicirt man mit der Zahl der Karate, also $70 \times 38 = 2660$ und diese Summe multiplicirt man mit der Zahl der Karate die der Stein hat, nochmals, das gäbe immerhin etwas über hunderttausend Thaler, davon kann man bei einiger Einschränkung allenfalls existiren.

Die einfachste Regel zur Taxation eines Diamants ist sein Karatgewicht zu quadriren, d. h. die Zahl mit sich selbst zu multipliciren und diese Zahl mit dem Preise des einzelnen Karats nochmals zu multipliciren, allein es ist dies bei alledem sehr schwer, und derselbe Stein wird nach demselben Princip von drei verschiedenen Juveliren drei mal verschieden taxirt werden, hauptsächlich weil Diamant und Diamant nicht immer einerlei ist. Man hat echte Diamanten von einem Karat, welche 20 Thaler, man hat welche von einem Karat, d. h. von derselben Größe, welche das vierfache kosten.

Es ist dies durchaus nicht willkürlich, es existiren dafür ziemlich geregelte Bestimmungen, allein jeder Taxator ist ein Individuum, welches seine eigenen Ansichten hat, über diese kann niemand hinaus. Es giebt in jedem Lande ein Gesetzbuch und in jedem Lande kommen die Fälle unzählige Male vor, daß man einen Prozeß in erster Instanz verliert, weil der Richter in das Gesetz seine Auffassung zum Nachtheile des Verlierenden getragen hat, daß man aber in zweiter Instanz gewinnt, weil des Richters Ansicht dem Gesetze eine ganz andere Auslegung gab, oder bei einem Verbrechen, wo sich's um die Ueberzeugung von der Schuld des Angeklagten handelt, gewinnt der Richter in erster Instanz diese Ueberzeugung und der Richter in zweiter Instanz gewinnt sie nicht; der erste verurtheilt den Verbrecher zum Tode, der zweite spricht den Unschuldigen frei.

So lange wir Menschen bleiben, so lange wird und kann dies nicht anders werden. Ist es aber so mit geschriebenen Gesetzen, wie viel mehr wird es so sein, wo es sich nicht um so strenge und fest aufgestellte Grundsätze handelt. Bei Diamanten schätzt man vorzugsweise Klarheit und Durchsichtigkeit und man nennt solche, die hierin ganz tadellos sind, Dia-

manten vom reinsten Wasser, oder dem ersten Wasser. Wenn sie zwar sehr klar und durchsichtig, aber doch hier und da von etwas trüben Stellen oder Flecken verunziert sind, nennt man sie vom zweiten Wasser und diejenigen, welche bedeutende Fehler haben, heißen vom dritten Wasser. Zu diesen zählen auch alle couleurten Diamanten, deren es rothe, gelbe, grüne, blaue, gelbbräunliche, braune, graue und schwarze giebt. Alle die hier genannten stehen den farblosen im Preise nach (bei gleicher Schwere, gleichem Schliff oder Schnitt und sonstiger Beschaffenheit), doch immer in der angegebenen Reihenfolge, der spätere dem vorhergehenden, dergestalt, daß unter ihnen der rothe am mehrsten, der schwarze am wenigsten werth ist. Im Orient, namentlich im eigentlichen Indien schätzte man übrigens sonst, als es noch reiche Leute gab, als die Blutigel noch nicht alles Mark des Landes erschöpft hatten, eine hellrosenrothe Varietät des Diamanten noch höher als eine gleich fehlerfreie weiße.

Die Färbung ist manchmal so gering, daß sie nur in gewissen Lagen gegen das Licht erkannt wird, daß der Diamant farblos erscheint, wenn man ihn aber in der Hand dreht plötzlich auf einen Augenblick gelblich oder grünlich, röthlich, dann wieder ganz farblos wird. Dies rührt von dem Durchgang des blätterigen Gefüges her, welches in einer Richtung besser spiegelt als in einer andern, da denn das Auge durch den lebhaften Glanz bestochen wird und die Farbe nur in der Stellung sieht, wo ein solches glänzendes Zurückstrahlen nicht statt findet. Diese Erscheinung kennt der Juvelier sehr wohl, er sagt von solchen Diamanten „er zuckt". Die sonstigen Fehler nennt er Asche (graue Stellen), Rost (bräunliche Flecke), Knoten, Adern, Sprünge, Federn, Wolken, Sand, glasige, matte Stellen, Stroh (gelbe längliche Flecken).

Ein vollkommen schöner Diamant strahlt so lebhaft, daß man deswegen seine Fehler nicht sieht, um dies Blenden zu verhindern, haucht man ihn an, da er dann matt erscheint und ein gutes Auge und ein Kennerauge sein Inneres wohl beurtheilen kann. Unkundige hauchen den Stein auch an, weil sie es so gesehen haben, aber sie wissen nicht wozu, sie sehen auch nicht in den Stein hinein, sondern sie sehen nur wie schnell der Hauch von seiner Oberfläche verschwindet — dies gilt ihnen für ein Kennzeichen der Echtheit, indessen es doch nur ein Kennzeichen der Temperatur ist, denn je wärmer der Diamant in den haltenden Fingern geworden, desto schneller verschwindet der Hauch, aber bei einem Pierre de Stass nicht langsamer als bei einem Diamant.

Die Kostbarkeit des Diamanten hat zu mancherlei wunderlichen Ideen, zu vielen abergläubigen Ansichten geführt. Das Alterthum führt uns zu einem Paar solcher, die gar leicht hätten widerlegt werden können und sich

durch tausende von Jahren erhielten. Das Blut eines Ziegenbocks, in welchem ein Diamant gelegen, heilte alle Krankheiten (das älteste Universalmittel), allein der Diamant wurde erweicht, so daß er sich zwischen den Fingern formen ließ. Nach dem Trocknen hatte er unzählige kleine Risse und konnte in feine Blättchen zerspalten werden. Daß kein Wort wahr daran ist, braucht wohl nicht erst gesagt zu werden.

Es sollte ferner die Nähe eines Diamanten dem Magnet seine Kraft vollständig nehmen, so daß derselbe, an dem ein schweres Gewicht hänge, dieses fallen lasse, wenn man ihm einen Diamant zeigt, nur äußerst kräftige hielten große Annäherung aus, ließen aber bei der Berührung ihre Last unter allen Umständen fallen und hatten die Kraft dann für immer verloren. Es ist diese Angabe eben so falsch als die vorige.

Das Mittelalter brachte wieder andere Phantastereien. Der Besitz eines großen Diamanten schützte einerseits gegen Hexerei und Zauberei, andererseits setzte er auch wieder den Besitzer mit dem Bösen oder mit den unterirdischen Mächten in Verbindung, es gab kein sicheres Beschwörungsmittel als eine gewisse Formel auf einen flachen Diamant gegraben, Hexen schützten sich durch ein Amulet aus Diamant vollständig gegen die Wirkung der schmerzhaftesten Foltergrade; hohe Häupter schützten sich dadurch gegen Vergiftung, indem sie stets einen Diamanten in den Becher warfen, woraus sie ihren Wein tranken. Bei Frauen sollte er ein treffliches Mittel gegen Schwermuth sein. Dies ist auch jetzt wohl noch der Fall, besonders wenn er schon gefaßt als Solitair, oder wenn deren viele als Colier, als Hauptschmuck angewendet worden und besonders wenn die Steine schöner und und kostbarer sind als Madame X und Frau von Y oder Gräfin Z sie hat.

Zur Zeit Ludwigs des Vierzehnten galt der Diamant als ein sehr sicheres Mittel erwartete Erbschaften baldigst anzutreten, man zerstieß denselben und gab ihn dem Vater oder den Onkel im Salat, im Ragout zu essen, er zerschnitt den Magen und führte den Tod herbei. Damals wanderten tausende der köstlichsten Steine in die Hände italiänischer und französischer Schurken, die zum Behuf der jungen Wüstlinge Gift bereiteten und die begreiflich zu gescheut waren um den kostbaren Stein zu zerstoßen, wohl aber ihren Clienten tödtliche Mittel, sogenannte Successionspülverchen gaben, welche den erwarteten Erfolg viel sicherer einleiteten, als die zersplitterten Diamanten gethan haben würden.

Die Verbrennung des Diamanten.

Seit jenen oben angegebenen Versuchen und den wissenschaftlichen Arbeiten von Lavoisier und H. Davy hat der Diamant aufgehört ein räthselhafter Körper zu sein, er ist verbrennlich und besteht aus reinem Kohlenstoff. Allein man muß nicht glauben, daß es so leicht sei, ihn zu verbrennen, wie eine andere Kohle. Schließt man den Sauerstoff oder eine andere Luftart, welche chemisch auf ihn wirken könnte, von der Berührung mit ihm aus, so ist er unverbrennbar in allen Hitzegraden, welche unsere Oefen zu erzeugen vermögen. In einem Platintiegel mit dünnem Platinblech umwickelt und in Kohle eingefüttert, kann man ihn der Gluth eines Porzellanofens 30 Stunden lang aussetzen, er bleibt vollständig unverändert, wird er jedoch in Berührung mit der Luft erhitzt und erlangt er dabei ungefähr die Schmelzhitze des Kupfers, Messings oder Silbers (1000 bis 1100 Grad C.), so wird er trübe, grau, bedeckt sich mit Kohle und verschwindet ganz.

Um den Diamant recht schön in Sauerstoff verbrennen zu sehen, verfährt man, unter Anwendung eines Splitters, den man für einen Thaler schon recht ansehnlich und zu dem Experiment vollkommen genügend erhalten kann, folgendermaßen.

Die nebenstehende Fig. 405 zeigt eine Glasglocke oder Flasche mit Sauerstoffgas gefüllt. Der Kork trägt einen umgebogenen Draht, an dessen unterem umgebogenem Ende ein kleiner Kegel von Pfeifenthon befestigt, weich angedrückt ist, auf dessen Spitze man den Diamant so frei wie möglich angebracht hat. Dies letztere ist wichtig, weil man den Diamant verbrennen sehen will, nicht den Thon schmelzen, zugleich darf man aber nicht vergessen, daß der Diamant hinlänglichen Halt haben muß, um nicht von dem Thonkegel herab zu fallen.

Fig. 405.

Wenn der Kegel erst in der Stubenluft und dann in der Sonne getrocknet ist, noch besser schließlich in der Röhre eines geheitzten Ofens, so wird das Experiment ganz leicht so angestellt, daß man die Oeffnung des Sauerstoffbehälters mit der flachen Hand schließt, in die Rechte den Kork oder Spund nimmt, woran der Drath mit dem Thonkegel und dem Diamant befindlich, durch einen Gehülfen sich eine kleine ruhig brennende Spirituslampe ganz nahe und etwas über die Mündung der Flasche halten läßt und nun den Diamant in die Flamme bringt. In zwei Secunden ist er hell glühend, man entfernt die Hand von der Mündung der Flasche und taucht den Draht mit dem glühenden Diamant hinein,

so daß der Stöpsel nunmehr die Flasche schließt. Der Gehülfe hat natürlich unterdessen auch die Lampe entfernt.

Der glühende Diamant fährt im Sauerstoff fort zu glühen, ja er wird heller glühend und plötzlich brennt er strahlend auf, nicht mit flackernder Flamme, wohl aber mit einem strahlenden Lichte, welches nach allen Seiten hin ausströmt und einen tausendfach größeren Raum einnimmt als seine Quelle, der kleine Diamantsplitter.

Nach kurzer Zeit hört die wundervolle Lichterscheinung auf und wenn man nunmehr die Luft untersucht, so ist ihre tödtliche Wirkung auf Thiere, ihre verlöschende auf das brennende Licht und wenn dies nur Beweise der Schädlichkeit sind, ihre eigentliche Säure und zwar ihr Kohlensäuregehalt durch feuchtes Lackmuspapier, welches geröthet wird und durch klares Kalkwasser, welches getrübt wird, nachzuweisen.

Man kann die Verbrennlichkeit des Diamanten mit weit geringeren Mitteln darthun, nur ist allerdings die damit verbundene Erscheinung nicht so schön und nicht so glänzend, darauf kommt es aber bei einem Beweise gar nicht an, dies ist immer nur Nebensache. Man kann auf einen Streifen Platinblech etwas Diamantpulver (Diamantbrot) streuen, dieses über einer Spirituslampe erhitzen und mittelst eines Löthrohres einen leisen Zug von Luft (die jedoch nur aus dem Munde, nicht aus der Lunge kommen darf) darauf führen, so verbrennt der Staub vollständig ohne Rückstand.

Aehnliches tritt ein, wenn man Diamantpulver mit Salpeter mischt und mit einander schmilzt. Die Salpetersäure oxydirt den Kohlenstoff zu Kohlensäure, die nunmehr statt der verwandelten Salpetersäure an das Kali tritt.

Das glänzendste Experiment, welches die physikalische Chemie aufzuweisen hat, ist die Verbrennung des Diamants im elektrischen Strome. Eine Batterie von mehreren hundert Zink-platina- oder Zink-kohlen-Elementen, welche stark genug ist, um einen Feuerstrom zu geben, der doch mindestens einen halben Zoll Spannung (Entfernung der beiden Kohlenspitzen, die die Schließung der Batterie bilden) erträgt, und also durch das Einschieben eines Isolators nicht gestört wird, ist allerdings zu diesem Experiment erforderlich, es ist mithin durchaus nicht ein leichtes und wohlfeiles Experiment, aber ein höchst ausgezeichnetes, und der Verfasser freut sich, dasselbe bei Gelegenheit der großen Pariser Ausstellung in einem Privatkreise von Physikern und Chemikern gesehen zu haben. In dem Feuerstrom solch einer Batterie wurde ein roher Diamant von einem Karat Gewicht auf der Spitze eines Thonkegels befestigt gestellt. Er glühte sehr bald, dann aber strahlte er ein Licht aus, welches das der Kohlenspitzen selbst bei weitem an Glanz und Helligkeit übertrifft und selbst für ein recht kräftiges, gesundes Auge

ganz unerträglich ist, man muß dasselbe durch gefärbte Gläser betrachten, und kann von der eigentlich ganz unbeschreiblichen Pracht sich nur für die Dauer eines Augenblicks einen Begriff machen.

Bei dieser Verbrennung bleibt etwas zurück, das ein Unkundiger für einen bröckeligen Gaskoaks halten würde, eine ausgebrannte Kohle. Dauert der Versuch länger, so wird auch diese Kohle verzehrt und auf der Thonvertiefung, in welcher der Diamant saß, bleibt ein geringes Häuflein, welches noch kaum den tausendsten Theil des Gewichts des verbrannten Diamants hat — Asche.

Diese Versuche gaben Veranlassung, daß bedeutende Quantitäten Diamantsplitter in verschlossenem Raume verbrannt wurden, deren Asche man dann sammeln und untersuchen konnte. Die Versuche zeigten nicht nur in den Bestandtheilen dasjenige, was die Asche der Pflanzen ausmacht, sondern sie zeigen auch noch ein netzförmiges Gewebe, wie die mikroskopischen Untersuchungen dasselbe in dem Parenchym der Pflanzen entdecken lassen, so daß jene Männer welche die Untersuchungen weiter geführt haben, Dumas, Marchand, Staß, Erdmann sich zu dem Schluß berechtigt glaubten, die Diamanten seien aus flüssigen Auflösungen der Pflanzenstoffe bei nicht hoher Temperatur krystallisirt, allerdings unter Umständen, von denen wir keinen Begriff haben.

Pflanzenkohle.

Wir haben die Kohle bereits in zwei von einander höchst verschiedenen Zuständen betrachtet und wir müssen hierzu einen dritten fügen, der von jenen beiden wieder ganz verschieden ist, nicht den der schweren Steinkohle, denn diese ist ein Gemisch von vielen organischen Substanzen (Kohle ist ein einfacher Stoff) und auch noch von mineralischen, wie z. B. der Schwefel in ihren Mischungsbestandtheilen angeht, sie ist also durchaus kein einfacher Körper, hierzu wird sie erst durch Verjagung der andern Stoffe, Wasserstoff, Stickstoff, Schwefel, Sauerstoff &c., durch heftiges und anhaltendes Glühen, was dann aber als Kohle übrig bleibt, ist dem Graphit so ähnlich, daß man dieses nicht als dritte Modification des Kohlenstoffs würde betrachten können.

Was hier vorliegt ist die Pflanzenkohle, welche durch Verbrennung von vorher getrockneten Vegetabilien entsteht, nicht jene vorweltliche Pflanzenkohle, welche aus compacten Massen von untergegangenen Organismen

durch einen bis jetzt noch nicht genügend bekannten Prozeß in Steinkohle, Braunkohle, Anthracit ꝛc. verwandelt worden ist.

Haben wir oben gesagt, die Kohle sei ein mächtiger Bestandtheil der ganzen anorganischen Welt, so ist jetzt eben so nachweisbar, daß die Kohle einer der wichtigsten und verbreitetsten Stoffe der organischen Welt sei. Steine bestehen aus einem oder mehreren von den 64 Elementen, welche die Chemie nach und nach entdeckt hat, Pflanzen bestehen nur aus dreien, Thiere nur aus vieren dieser Elemente; Pflanzen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, thierische Körper aus denselben und noch einem vierten, dem Stickstoff.

Allerdings ist dies nicht in aller Strenge zu nehmen, hauptsächlich weil nachweisbar auch in den Pflanzen Stickstoff enthalten ist, dann aber weil in die organischen Körper auch noch Kalk, Kiesel, Phosphor, Fluor, Schwefel und Eisen eingeht: Kiesel in die Rinde vieler Pflanzen, Kalk in ungeheurer Menge in die Knochen der Thiere mit Phosphor und mit etwas Kiesel verbunden, in dem Zahnemail mit Fluor. Allein dies sind nun wirklich die Elemente alle, es sind deren zehn statt 64 und demnächst sind außer dem Kalk der Knochen die übrigen Stoffe in so geringer Menge vorhanden, daß man wohl sagen darf, die organischen Körper bestehen nur aus Stickstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff. Aber es läßt sich auch chemisch nachweisen, daß in der Holzfaser, dem Stärkemehl, dem Gummi, den Harzen und Fetten Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff ausschließlich aller anderen Körper vorkommen, und daß zu diesen dreien noch Stickstoff tritt, in dem Eiweiß, dem Kleber, der Fleischfaser, dem Gehirn, dem Blutwasser, dem Knorpel, der Haut, Huf- und Hornsubstanz, wieder also nur vier Elemente, ausschließlich aller andern. Der Verfasser hat absichtlich Blutwasser (Serum) genannt, nicht Blut, weil im Blut Eisen ist, er hat auch die übrigen Substanzen nicht angeführt, um den Kalk, das Fluor, den Phosphor ꝛc. nicht berücksichtigen zu dürfen. Die hier angeführten Substanzen bestehen nur aus den gedachten drei oder vier Elementen und immer gebührt dem Kohlenstoff dabei die Hauptrolle; aus allen den gedachten Substanzen kann man durch Erhitzung Kohle gewinnen (sogar aus den nicht mit aufgeführten Knochen, des darin enthaltenen Leimes wegen), in vielen Fällen bildet sie die durchaus vorwaltende, alle anderen Elemente an Menge weit überwiegende Masse.

Bei den Pflanzen ist es gewöhnlich die Kohle, welche das Gerippe hergiebt, die feste Substanz. Verbrennt man eine Pflanze durch bloße Erhitzung, unter Ausschließung der atmosphärischen Luft, so bleibt dem Körper fast vollständig die frühere Gestalt. In der Kohle, welche der Schmied verbraucht, kann man ganz deutlich die Jahresringe des Holzes erkennen,

aus dem sie gebrannt worden, und wenn die Rinde nicht gleichfalls noch vorhanden ist, so kommt es nur davon her, daß man die Kohle zerstückelt und alle leichteren, zerbrechlichen Theile dabei zerfallen und als Lösche auf dem Platze liegen bleiben, wo die Kohlen gebrannt sind.

Um möglichst gute reine Kohle im Kleinen zu gewinnen, verfährt man wie folgt: Man wählt sich trockene Stücke von demjenigen Holze aus, welches man verkohlen will, bringt diese Stücke in der verlangten Form (z. B. zu Reis- oder Zeichenkohle, wie der Maler dieselbe zu seinen Cartons zu brauchen pflegt, also in bleistiftdicken Stücken, die jedoch in diesem speciellen Falle weder geschnitten noch gehobelt sein dürfen, sondern gespalten sein müssen, hinsichtlich der Kohlenerzeugung zwar ganz gleichgültig, hinsichtlich des Gebrauchs aber, den man von den Kohlen machen will, keineswegs) in einen irdenen Topf, auf dessen Boden etwas Sand liegt. Nachdem die Stücke Holz eingeschüttet sind, wird der Topf mit trocknem Sande gefüllt, bis die Holzstücke gänzlich davon bedeckt sind, der Deckel wird mit Lehm darauf befestigt und nach dem Antrocknen desselben wird der Topf in einen Ofen gebracht, in welchem man ihn rundum mit Holz umgiebt, anfangs langsam, dann immer stärker und heftiger erhitzt, bis er in vollster Rothglühhitze erscheint.

Die Lutirung des Deckels wird dabei Risse bekommen, welches unvermeidlich ist, aber auch wenn es vermieden werden könnte, nicht gehindert werden dürfte, weil sonst der Topf zersprengt werden würde durch die sich entwickelnden Dämpfe. Aus den so entstehenden Rissen dringt Rauch und Wasserdunst, dringen die Gase, welche in dem Holz enthalten waren, Wasserstoff, Sauerstoff mit verflüchtigter Kohle zu Kohlenwasserstoff und Kohlenoxydgas vereint, die Gase sind brennbar, entflammen sich daher durch Berührung mit der Ofengluth von selbst und brennen mit lebhaftem Lichte. Diese Gase sind es, welche bei der Gasbeleuchtung gebraucht werden, ihre Erscheinung wurde bereits vor 200 Jahren bemerkt und doch hat es bis zur ersten Hälfte des gegenwärtig laufenden Jahrhunderts gedauert, bevor das, worauf viele der ausgezeichnetsten Männer hinwiesen, Eingang fand bei den guten Leuten, die ja so sehr am Alten hängen.

Der Brand ist fertig, wenn die Flammen, die aus den Fugen des Deckels kommen, nur noch sehr schwach leuchten. Um Reiskohle zu machen, darf man bei Weitem nicht so lange warten, sonst wird die Kohle zu locker und zu brüchig, indessen der Zeichner verlangt, daß sie einen gewissen Widerstand leisten soll, solche Kohle ist aber noch nicht reiner Kohlenstoff, sie ist erst halb ausgebrannt, wir wollen aber vollständig ausgeglühte Kohle haben, und zu diesem Zwecke müssen wir das Glühen länger fortsetzen. Haben wir das Stadium erreicht, von welchem oben gesprochen, so läßt man die

Gluth abgehen, läßt den Topf langsam verkühlen und dann nimmt man das eingesetzte Material heraus.

Man wird statt des Holzes eine schwarze, lockere, schwammige Substanz finden, welche aber in ihrer äußern Form auf das Genaueste gleich ist dem in den Sand gelegten Holze.

Macht man diese Versuche mit verschiedenen Töpfen, fünf sechs gleichzeitig und hebt man einen nach dem andern heraus, jeden folgenden etwas länger in der Gluth lassend, jeden folgenden etwas stärker erhitzt, so zeigen sich ganz verschiedene Resultate und man kann die Wirkung der Erhitzung sehr gut verfolgen und studiren.

Bei einer Temperatur von 50 Grad wird das Holz sehr trocken, bei 100 Grad beginnt es sich gelb zu färben, bei 150 Grad hat es sein aufgenommenes Wasser ziemlich vollständig verloren und fängt an braun zu werden, ohne daß jedoch noch eine Zersetzung eintritt; bei höheren Graden aber beginnt die Zersetzung, wie man an den entzündlichen Gasen bemerken kann, welche jetzt entweichen und welche am Anfange der Operation nur aus Wasserdämpfen bestanden.

Erreicht die Temperatur 280 Grad, so ist das Holz großentheils verkohlt, allein noch nicht vollständig, die Kohle hat die braunrothe Farbe, welche ihr den Namen Rothkohle giebt, sie ist fest genug um einen Druck und Strich zu ertragen, aber noch nicht dunkel genug um als Reiskohle gebraucht zu werden, dagegen ist sie leicht zerreiblich und höchst leicht entzündlich, es ist noch eine Menge unzerstörten organischen Stoffes darin, für den Funken, der aus Stahl und Stein entsteht, giebt es keinen besseren Zunder. Noch 40 Grad weiter wird die Kohle schwarz und ist nunmehr diejenige, welche der Zeichner braucht. Noch vierzig Grad höher, bei etwa 360 Grad ist die Kohle ganz leicht, völlig schwarz und äußerst porös.

Der Verlust an Masse ist dabei außerordentlich. Man muß nicht glauben, daß man bei dieser Operation alle Kohle erhalte, welche in dem Holze gewesen, als Kohlenoxydgas, Kohlensäure, Kohlenwasserstoffgas geht eine unglaubliche Masse derselben fort. 100 Theile Holz bei 150 Grad getrocknet und gewogen gaben bei 280 Grad verkohlt (also als Rothkohle) nicht mehr als 36 Theile aus, treibt man die Erhitzung bis 350 oder 360 Grad, so geht der Verlust noch weiter, von 100 Pfund ganz trocknen Holzes bleiben 29 Pfund übrig.

Das Kohlengerippe des Holzes ist viel bedeutender als hier erscheint, mehr als das gleiche Gewicht ist durch Auflösung in den vorhandenen Gasen fortgegangen, aber selbst hier ist noch nicht reine Kohle vorhanden, Wasserstoff und Sauerstoff sind noch immer in der Kohle enthalten und man vermag durch weitere Erhitzung noch mehr davon zu verjagen und die Kohle

immer reiner zu erhalten, wiewohl sie an Quantität sich dabei immerfort verringert, so daß sie nach Violets Angaben bei 1000 Grad nur noch 18, bei 1500 Grad nur noch 17 Procent und bei der Schmelzhitze des Platins gar nur noch 15 Procent des trocknen Holzgewichts (nicht viel über ein Siebentel) enthält, aber auch hier nicht vollkommen rein ist, sondern noch immer 1½ Procent Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff und 2 Procent Asche (Mineralien, Kalk, Kiesel) enthält. Es ist demnach überaus schwer aus Pflanzen reine Kohle zu gewinnen, wiewohl ihre Quantität im bei 150 Grad getrockneten Holze beinahe die Hälfte (47,5 Procent) des Gewichtes beträgt.

Kohlenbrennerei.

Um Kohle in größerer Masse zu gewinnen, verfährt man im Prinzip genau so wie hier beschrieben, nur mit dem Unterschiede, daß die Praxis nicht um so viel größere Töpfe anwendet, als man mehr Kohlen haben will, sondern daß sie den äußerlichen Verschluß durch Erde und Rasen bewerkstelligt. Die Haufen, in denen Holz verkohlt wird, nennt man Meiler und die Art sie aufzubauen ist folgende.

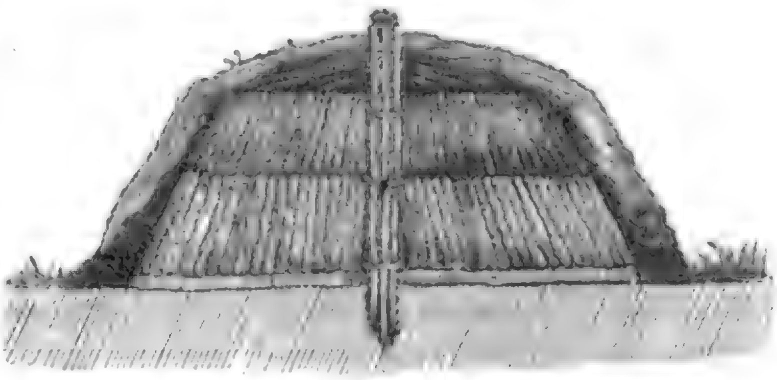
Auf einem freien Platz, groß genug mehrere Meiler in solchen Entfernungen von einander aufzustellen, als erforderlich, ohne daß einer den andern beeinträchtigt, in solcher Entfernung, daß der Köhler zwischen denselben durchgehen und sie beschicken kann, ohne von der Wärme belästigt zu werden, schlägt man mittelst einer befestigten Schnur und eines an deren Ende befindlichen zugespitzten Stabes einen Kreis, welcher die Größe des werdenden Meilers angiebt.

Auf die Fläche, welche dieser Kreis beschreibt, legt man eine möglichst gleichmäßige Schicht des zu verkohlenden Holzes flach nieder, in der Mitte aber läßt man einen Raum von etwas mehr als einem Quadratfuß offen, an dessen Umkreis Pfähle eingeschlagen werden, die man mit Gesträuch zusammen zu flechten sucht, indessen in dem innersten leeren Raum Dorngestrüpp angehäuft, zusammen getreten und wieder gehäuft wird, bis er möglichst compact damit gefüllt ist.

Nunmehr schreitet man zum Aufbau. Man setzt gleich lang geschnittene Stücke des zu verkohlenden Holzes (gewöhnlich die Zopfenden und die Aeste der als Brenn- und Nutzholz geschlagenen Bäume oder solches junges Holz, welches durch Raupenfraß oder Waldbrand am Weiterwachsen gehindert, nicht mehr anders zu verwerthen ist), rings um den Kern, den Quendel

schacht oder kurzweg Quendel in fast senkrechter Stellung, wie Figur 406 zeigt. Man schreitet nun von dem Quendel immer weiter nach dem Rande zu, wobei natürlich die einzelnen Stücke, je weiter nach außen, je mehr schräge zu stehn kommen. An dem bezeichneten Kreisstriche hört man auf. Nunmehr steigen ein Paar Leute auf diesen Holzhaufen und fangen von dem Mittelpunkte an eine zweite Schicht aufzubauen, bis die obere Ausdehnung der Schicht erreicht ist. Die Fig. zeigt ganz deutlich, daß hieraus ein abgestumpfter Kegel entsteht, auf welchen wenn die Scheite kurz sind, eine dritte Schicht gesetzt werden kann, die aber bei 3 oder 4 Fuß Lage der Scheite gewöhnlich einer schräg gestreckten Lage unregelmäßiger Hölzer, wie sie grade noch übrig sind, Platz macht.

Fig. 406.



Nun wird die Bedeckung vorgenommen, sie ist, wie die Figur auf ihrer rechten Seite zeigt, aus einer gleichförmigen Masse (Erde des Bodens, auf welchem man arbeitet) gemacht, für den Fall, daß an dieser Stelle zum ersten Male gebrannt wird. Wenn dieses nicht nöthig, wenn man ein besseres Material zur Deckung hat, so macht man sie, wie auf der linken Seite ersichtlich, aus zwei Schichten, die innerste, zunächst am Holze liegende ist Lösche, d. h. Kohlenklein, welches in großer Menge von jedem Brande abfällt, auf dem Platze liegen bleibt und bei Erbauung eines zweiten oder zehnten Meilers statt der Erde angewendet wird, weil es sehr gut zur Bedeckung ist, indem es auch der äußersten Reihe der Holzscheite gestattet rundum verkohlt zu werden, was mit der gewöhnlichen, nicht selbst glühend werdenden Erde nicht der Fall, und auch hauptsächlich, weil dieses stets in Menge vorhandene Material doch nicht anders zu verwerthen ist.

Ueber die erste Decke von Lösche oder Kohlengrus breitet man nun eine zweite von Erde, die unten schwächer ist als oben. Beide Decken zusammen genommen werden aber so geordnet, daß ihre Dicke von unten nach oben abnimmt, daß die Dicke unten einen Fuß, oben sechs Zoll, auf der Kuppel vier Zoll dick ist.

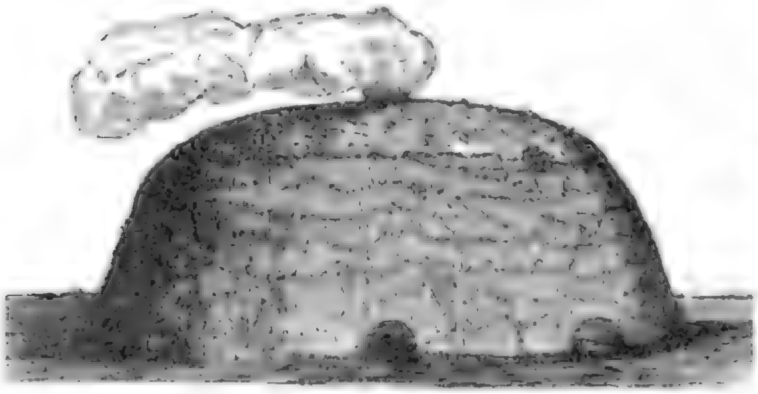
Hat man Alles so weit geordnet, so baut man den zweiten Meiler, beginnt den dritten und wenn dieser begonnen ist, zündet man den ersten an und fährt dann fort den dritten zu bauen, und wenn man den vierten anfängt, zündet man den zweiten an 2c. Dies geschieht, damit man nicht nöthig habe seine Aufmerksamkeit zum Nachtheile eines Meilers gar zu sehr

zu zersplittern, damit man nicht nöthig habe einen zu rasch brennenden Meiler aufzugeben, um den andern zu rasch brennenden Meiler zu retten.

Auf die richtige Regulirung und Führung des Feuers kommt es wesentlich an, daß der Brand lohnend werde und da so ein Meiler groß ist, es viele Schritte erfordert um hunderte von Malen bei Tag und bei Nacht umkreist zu werden, so läßt man das Anzünden nur von zwei zu zwei Tagen folgen, dann kann man seine ganze Aufmerksamkeit auf die beinahe fertigen Meiler wenden und braucht sich um den eben erst angezündeten wenig zu bekümmern.

Das Anzünden geschieht durch den Quendel, zu welchem man einen halben Scheffel Kohlen bringt und sie anzündet. Sie finden über sich keine Nahrung, unter sich aber das Dorngestrüpp, dieses verzehren sie zum Theil und sinken dadurch tiefer, dann müssen oben todte Kohlen nachgefüllt werden, der Brand dringt noch weiter abwärts, indessen greift er auch die Quendelpfähle an. Es werden neue Kohlen aufgeschüttet und dies wird fortgesetzt bis man sieht, daß der Brand am Boden des Quendels angelangt ist. Unten bei Legung der niedrigsten Schicht läßt man zehn bis zwölf Gänge von außen nach dem Mittelpunkte in einiger Art frei, d. h. man läßt einen ganz schmalen Zwischenraum, in dem höchstens ein ganz dünner Knüppel liegen könnte, so daß man von außen durch Löcher in der Erde und Lösche bis zum Quendel würde sehen können, wenn derselbe erleuchtet wäre. Dies findet nun statt, wenn die Kohlen bis auf den Boden gesunken sind, dann aber hat sich bereits ein glühender Trichter gebildet, der die obere Hälfte der Quendelstangen ganz verzehrt hat. Man schüttet nunmehr den Raum nochmals zu mit todten Kohlen, bedeckt ihn darauf ganz mit Erde und schließlich mit einem großen Rasenstück, so daß der Rauch, den wir hier auf der Zeichnung aufsteigen sehn, verschwindet.

Fig. 407.



Für diesen verschlossenen Zugraum öffnet man an der oberen Kante die Bedeckung ringsumher, man stößt mit einer etwa zwei Zoll dicken eisenbeschlagenen Stange Löcher in die Lösche und die Erde, während man mit Gießkannen Wasser auf die Decke sprengt, um zu verhindern, daß sie reiße, zusammensinke und in den Zwischenräumen verschwinde.

Fortwährend muß man auf die Farbe des Rauches Acht haben, so lange dieser dick und qualmend ist, so lange ist die Verkohlung noch nicht weit genug vorgeschritten, sobald derselbe jedoch durchsichtig zu werden

beginnt, muß man eine zweite, niedriger gelegene Reihe Luftlöcher stoßen und die oben vorhandenen sorgfältig verschließen und eben so mit der Bedeckung durch Erde fortfahren und dieselbe immer durch Bespritzen naß erhalten. Es wird dann eine dritte und vierte Reihe von Löchern gestoßen, jedesmal aber die höher liegenden, bisher gebrauchten, geschlossen; endlich aber schließt man alle und gestattet nur aus den untersten, von Anfang vorhanden gewesenen Zuglöchern noch den Abzug des Rauches, und sobald dieser anfängt dünner zu werden, schließt man auch sie und erwartet nun das Verkühlen des Meilers, was gewöhnlich nach drei Tagen statt hat, falls er nicht unverhältnißmäßig groß war. Indessen muß er immerfort naß erhalten werden, damit die Erde, welche nachsinkt, wie die Verkohlung und mit ihr die Verringerung der Masse fortschreitet, nicht locker werde, Sprünge bekomme und der Luft Zutritt gestatte zu den Kohlen, welche ersticken sollen. Dieses geschieht nur durch Entziehung der Luft, Spalten führen aber Luft zu und man kann ein Häuflein Asche statt eines Haufens Kohlen haben, wenn man nicht die genügende Aufmerksamkeit darauf verwendet.

In einigen Lehrbüchern wird angegeben, wenn die Verkohlung weit genug gediehen, so werde der Meiler auseinander gezogen und durch Wasser abgelöscht. Dies ist Unsinn. Die Köhler sind von Stubengelehrten gefragt worden, warum sie nicht so verfahren, warum sie die Kohle nicht mit Wasser löschten. Die Antwort der bloß practischen, sonst ganz kenntnißlosen Leute „das geht nicht", „das kann man nicht" 2c. befriedigt natürlich nicht. Nun sind von den Besitzern der Waldungen, der Kohlenschwelereien in Veranlassung solcher Fragen Versuche gemacht, da hat sich denn ergeben, „daß es wirklich nicht geht, daß man es nicht kann", aber es hat sich auch die Ursache ergeben. Beim Zerstören des Haufens ist die Gluth so furchtbar, daß man sich demselben gar nicht nahen kann, um ihn zu löschen, überdies ist in der Umgegend solcher Schwelereien das Wasser selten im Ueberfluß vorhanden, wiewohl man Wasser jedenfalls haben muß und wäre es auch nur, weil die Kohlenbrenner einen ganzen Sommer unfern ihrer Meiler wohnen.

Aber gesetzt man habe des Wassers genug, so würde es nur mittelst einer Spritze in die Gluth eines auseinander gezogenen Meilers gebracht werden können, endlich, wenn es gelänge den Brand durch Wasser zu löschen, so hätte die Kohle dadurch einen bedeutenden Theil ihres Werthes, wenigstens vorläufig verloren und wenn sie im Laufe des Sommers (was übrigens für die Brände des letzten Monats, ja für die der letzten Monate, nicht mehr gilt, da die Zeit zum Trocknen fehlt) das ihnen zum Ueberfluß gebotene Wasser verdunstet haben, so findet sich, daß man zum mindesten

einen Verlust von 15 bis 20 Procent erlitten, waren die Anstalten nicht ausreichend, verging nur eine halbe Stunde über der Löscharbeit, war sie nicht in weniger als einer Viertelstunde bis auf das letzte Fünkchen vollzogen, so beträgt der Verlust viel mehr, er kann bis auf die Hälfte steigen. Daher verfährt man auf solche Weise nicht und es hat sich seit Jahrtausenden die Methode als eine ganz gute bewährt. „Seit Jahrtausenden", das ist keine Redensart in's Blaue hinein, es wird dieser Verkohlungsprozeß nicht nur von Plinius, sondern schon 300 Jahre vor Christi Geburt von Erosius beschrieben.

Neben ihr ist aber immer eine zweite parallel gelaufen, die Verkohlung des Holzes in langgestreckten Haufen. Auf etwas geneigtem Boden legt man zwischen zwei Wänden von aufrecht in den Boden geschlagenen Knüppeln und Pfosten einen etwa vier bis fünf Fuß breiten Haufen, welcher aber eine Länge hat, die hinsichts der Räumlichkeit den größten Meiler erreichen und allenfalls überbieten kann. Die Haufen werden dreißig bis funfzig Schritt lang gemacht.

Bei durchweg gleich bleibender Breite wird doch die Höhe immer größer, so daß der lange, schmale Haufen, der mit zwei Fuß anfing, zuletzt eine Höhe von sechs Fuß (drei Ellen) hat.

Ein solcher Haufen wird im Uebrigen beschickt grade wie ein Meiler, er wird mit Lösche und mit Erde bedeckt, beides wird durch Begießen befestigt und nun wird er an seinem untersten Ende angezündet.

Man kann hier begreiflicherweise das Feuer noch viel besser regeln als bei einem Meiler, weil die Masse welche auf einmal brennt, geringer ist und weil, wie der Brand weiter schreitet, die durchgeglühte, die verkohlte Holzmasse entweder erstickt oder aus dem Haufen gezogen und gelöscht werden kann. Beide Methoden werden ausgeführt.

Das am niedrigsten Ende beginnende Feuer hat die Länge einer Klafter durchschritten, bis wohin man die erste Reihe Löcher gestochen hatte, man wirft diese zu durch aufgehäufte Erde und sticht eine Klafter weiter abermals eine Reihe Löcher, indessen der zweite Theil sich zu entzünden beginnt, rüttelt man an dem ersten so, daß die trockene Erde in die Spalten fällt, zugleich aber häuft man immerfort neue Erde auf diesen Theil und sorgt dafür, daß nirgends eine Lücke entstehe, durch welche Luft zudringen und ein, in Flammen Aufgehen des werthvollen Materials veranlassen könne. So kommt Erde und Sand in die Räume zwischen den Kohlen und tödtet diese langsam aber sicher. Es scheint die bessere Methode. Unterdessen schreitet der Brand weiter, man beobachtet den aus den Oeffnungen hervordringenden Rauch; die sehr dicke, qualmende Masse, deren Farbe beinahe grünlich ist, bezeichnet den Beginn des Verbrennens, graue dichte

Wolken stoßen die Löcher aus, wenn der Brand im Gange ist, aber so wie dieses grau beginnt durchsichtig zu werden, so ist es Zeit die Oeffnungen in zweiter Reihe zu schließen und eine dritte zu eröffnen, bei welcher nach und nach dieselben Erscheinungen sich wiederholen.

Die andere Methode, die Kohlen aus der Gluth zu bringen, ist die des Ablöschens, welche hier, bei einem kleinen Raum von vier bis fünf Fuß Breite und eben so großer Länge, möglich ist.

Man reißt nämlich den untersten Theil des Meilers auf, breitet ihn etwas aus, hat aber vorher soviel Erde aufgehäuft und so viel Wasser herbei geschafft, daß man den angebrochen liegenden oder gestreckten Meiler, da wo er nunmehr der Luft seine Fläche rothglühend darbietet, sofort mit Erde bedecken und den Luftzutritt abschneiden kann (was von höchster Wichtigkeit ist), und daß andere Leute gleichzeitig Sand und Erde, oder wenn diese nicht in genügender Menge zu haben wäre, etwa auf felsigem Untergrunde, Wasser auf die aus dem Haufen gezogenen Kohlen bringen, so daß man sicher ist, alles gelöscht zu haben. Es ist wesentlich, daß dieses bis auf das letzte Fünkchen geschieht, weil die unten sehr heiß bleibenden Kohlen das Wasser schnell verdunsten und dann ein solches übersehenes Fünkchen die vollständige Entzündung der ausgezogenen Kohle zur Folge haben kann. Dies ist der Grund, warum man die Arbeit des Ausziehens und Ablöschens gern des Nachts vornimmt, wo man besser jede einzelne, noch glimmende Stelle wahrnehmen und verfolgen kann als bei Tage.

Man verfährt begreiflicherweise mit dem zweiten Theile so wie mit dem ersten und mit dem dritten so wie mit zweiten bis der ganze gestreckte Meiler oder Haufen sich seinem Ende naht. Je weiter man fortschreitet, desto höher wird der Meiler, man hat also bei gleicher Länge (wir wollen sagen immer eine Klafter) zuerst doppelt so viel Kohlen, schließlich dreimal so viel, man hat auch um den Meiler zu schließen, eine doppelt, eine dreimal so große Fläche zu bedecken, als ganz am Anfange. Dies darf der Köhler nicht außer Acht lassen, er muß also, wie er weiter schreitet, immer mehr Erde, immer mehr Wasser vorräthig haben um die Gluth zu bewältigen und den Luftzutritt zu dem letzten Rest des Haufens zu verhindern.

Hiervon abgesehen, bleibt sich vom Anfang bis zu Ende alles gleich und es gehört keine Wissenschaft, sondern nur eine vernünftig gehandhabte Praxis dazu, um den Gang eines Meilers zu leiten, und gewöhnlich kann sich der Herr des Waldes auf die hergebrachte verständige Weise der Köhler verlassen. Sie zu beaufsichtigen nämlich ist sehr schwer, da das Verkohlen meistens in Gebirge und ziemlich weit von dem Wohnorte des Waldbesitzers geschieht. Das Knüppelholz aus dem Gebirge herab in die Ebenen und in die Flußthäler zu schaffen, lohnt nicht der Mühe, es hat in den Wald-

gegenden keinen Werth, selbst der Bauer, dem eine Strecke von 30 bis 50 Morgen Wald gehört, fährt nur den Stamm weg und überläßt die Zweige der Verwesung. Bei der Kohle auf ein Viertheil des Gewichts reducirt und zum vierfachen Werthe des Holzes bei gleichem Gewicht gesteigert, da lohnt es der Mühe. Nun wohnt aber der Besitzer jener sechs- oder zehntausend Morgen oder zwölftausend Joch, Jauchert, Acker oder wie sie heißen diese Bodenflächenmaße, in der nächsten Stadt oder nicht einmal in der nächsten, sondern in der Provinzialhauptstadt, am Ende gar in der Residenz des Fürsten, des Kaisers, der kann sich nicht um die Beaufsichsichtigung der Meiler bekümmern, er überläßt das seinem Förster und da dieser auch wenig davon versteht, so überläßt derselbe wieder dem Köhler das Geschäft und thut wohl, ihn in seinem gewohnten Gange nicht zu stören.

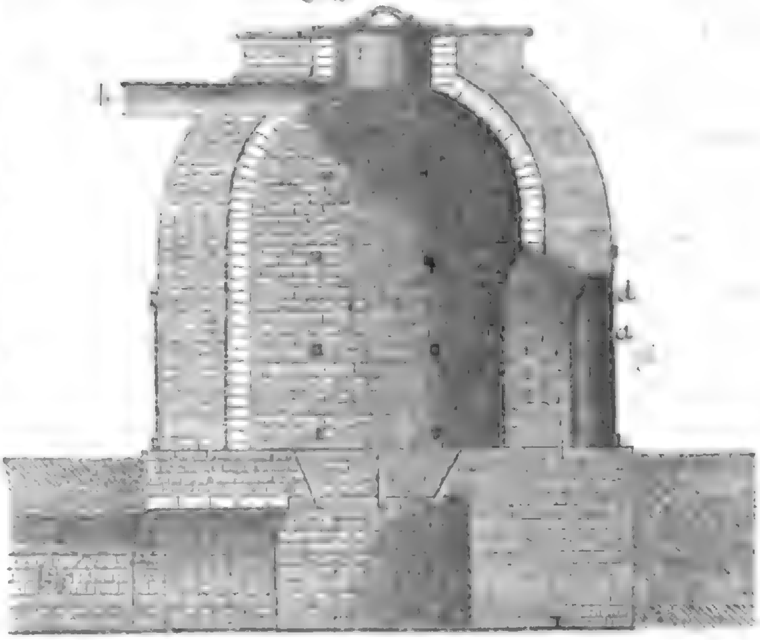
Im flachen Lände, da wo die nächsten Canäle, Flüsse, Eisenbahnen oder auch nur Chausseen (gegenwärtig die schlechtesten Transportwege und wie glücklich war man sonst, wenn man nicht gar zu weit von einer Chaussee wohnte, dem besten Transportwege, es ist doch nichts gar so Gutes um die gute alte Zeit) in ein oder zwei Stunden zu erreichen sind, wird auch das Astholz als verkäufliche Waare aus dem Walde gebracht, es sei denn, daß der Besitzer einer großen, fortwährend genügenden Abfall versprechenden Waldstrecke — einer Quadratmeile z. B. — Lust hätte einen Verkohlungsofen zu bauen, der geeignet wäre nicht allein die Holzkohle, sondern auch die Produkte der trockenen Destillation des Holzes zu liefern und dieses geschieht in den nordisch deutschen Gegenden, wo die Wälder der Cultur zu weichen anfangen, jetzt häufiger, denn man braucht noch immer Holztheer, obschon man Steinkohlentheer hat, man braucht noch immer Kienöl, Kienruß (mehr als sonst, weil es viel mehr Leute giebt, die Makulatur schreiben und viel mehr Leute, die Makulatur drucken, als sonst), man braucht auch Holzsäure in Menge und dieses alles kann man neben den Holzkohlen gewinnen, wenn man das Holz in einem fest verschlossenen Raume erhitzt und die entweichenden Dämpfe und Gase auffängt und verdichtet.

Einen solchen Ofen zeigt Fig. 408. Derselbe ist aus Ziegelsteinen aufgemauert, doch nicht mit Kalk, sondern mit Lehm, weil der Kalk durch das Brennen seine als Mörtel bindende Kraft verlieren würde. Das Innere des Ofens ist ein Cylinder, dessen oberes Drittheil gewölbt, doch durch *E* keineswegs als durch einen Gewölbstein geschlossen, sondern nur mittelst eines eisernen Deckels zugedeckt ist.

Bei **ad** ist eine große Pforte, durch welche man den Ofen beschickt, welcher drei Schichten Holz über einander fassen und dann noch mit flachen

Scheiten gedeckt werden kann. Das Holz im Innern eines solchen Ofens wird zuvörderst in den beiden ersten Reihen durch die Pforte gesetzt, dann stellt man diese mit trockenen Ziegeln zu und streicht die Fugen von außen mit Lehm dicht, hierauf wird eine eiserne Thüre ad vor die Oeffnung gesetzt und diese wird auch verstrichen, denn man will sich ihrer nur bedienen, um die fertigen Kohlen aus dem Ofen zu ziehen.

Fig. 408.



Dort wo die Wölbung sich zum Schlusse neigt, ist ein großer Ring von mehreren Fuß Durchmesser eingemauert, dieser trägt den eisernen Deckel. Diese Oeffnung ist bestimmt, später, wenn das Holz niedergebrannt ist, neues hinzuzuführen. Wir sehen in der inneren Wandung eine Reihe Oeffnungen über einander, sie dienen um die erforderliche Luft von allen Seiten zuzuführen, denn sie gehen rund um, sie sind aber sämmtlich durch gut passende Stöpsel von gebranntem Thon oder von Eisenguß verschließbar und es wird immer nur eine Reihe derselben angewendet, ganz zu Anfang nicht einmal dieses, indem aus dem Gewölbe, welches sich unter dem Ofen befindet, durch die dort angebrachten Röhren, deren wir dreie sehen, die erforderliche Luft zu dem Feuer dringt. Aber auch diese Oeffnungen können geschlossen werden, wie dies geschieht, sobald das Feuer sich einen oder ein Paar Fuß über die Sohle erhoben hat, je weiter es steigt, desto mehr Reihen werden unten geschlossen, und immer ist nur diejenige, die dem Feuer sehr langsam und sparsam Luft zuführen soll, offen, bis zuletzt alle Oeffnungen geschlossen werden und die Gluth im Ofen erlischt.

Es giebt auch hier zwei Wege der Gewinnung der Kohlen aus dem Ofen. Entweder man öffnet die Thüre ad, zerstört die trockene Mauer im Innern der Mündung und zieht die Kohlen heraus, nachdem man dieselben mit vielen Eimern Wasser angegossen hat oder man läßt den Ofen erkalten.

Im ersten Falle, der einen ununterbrochenen Betrieb gestattet, hat man dicht vor der Ofenöffnung eine Eisenbahn und eiserne, flache Wagen zur Aufnahme der fertigen Kohlen. Dieselben können sehr schnell gewechselt, seitwärts, vor und nach der anderen Seite abgeführt werden. Sämmtliche Oeffnungen sind im ersten Augenblick verschlossen, außer der Thür ad,

sobald aber eine genügende Menge Wasser verwendet worden, öffnet man auch den Deckel E damit die Wasserdämpfe dort hinaus und nicht durch die Röhre h entweichen (deren Zweck wir sogleich angeben werden), durch diesen Gang der Dämpfe werden die Kohlen nicht angefacht, sondern gelöscht und indessen immer mehr Wasser zugegossen wird, zieht man mit sehr langen eisernen Krücken die Kohlen aus dem Ofen auf die Wagen, welche, so wie sie gefüllt sind, weiter geschoben werden, um andern Platz zu machen, dann aber einer sorgfältigen Untersuchung unterliegen, um jedes sich noch zeigende Fünkchen zu löschen.

Sobald nun der größte Theil der Kohlen geborgen und indessen auch der Raum des Pfortengewölbes einigermaßen abgekühlt ist, wird derselbe wieder mit trockenen Steinen zugesetzt, verschlossen, und nun wird durch die obere Oeffnung das zu verkohlende Holz in ziemlich großen Massen an Ketten hängend mittelst eines Krans in den noch sehr erhitzten Raum hinabgelassen. Wollte man das Holz hinein werfen, so würde es viel zu sperrig und locker liegen, auch zuviel Luftzwischenräume enthalten und also sehr bald in Asche, statt in Kohlen verwandelt werden, daher legt man es in große Pakete von einer Viertel Klafter wenigstens, neben einander, da es dann doch einigermaßen dicht wird, wenn schon immer unvollkommen.

Man hat sich bei dieser Operation sehr zu beeilen, indem das Holz bald Feuer zu fangen beginnt, es ist daher auch nöthig, daß jeder Zug durch eine der Seitenröhren oder der aus dem Gewölbe kommenden vermieden wird. Man füllt den Gewölbraum voll, so schnell als thunlich und nunmehr deckt man den Deckel E auf und öffnet wieder h und die untersten Zuglöcher bis Alles im Gange ist.

Die andere Methode den Ofen fest geschlossen zu halten, giebt bessere Kohlen und giebt deren viel mehr, auch ist die Arbeit bei weitem nicht so schwer, allein sie fordert für eine gleiche Quantität, für einen Brand, für einmaliges Füllen des Ofens drei mal so viel Zeit, denn während der Abkühlung des Innersten des Ofens bis auf die Temperatur der äußeren Umgebung der Luft vergeht so viel Zeit, daß man andere Oefen von gleicher Größe indessen zweimal ausbrennt.

An einigen Orten befördert man das Verkühlen des Ofens dadurch, daß man nach Verschluß aller Oeffnungen die obere aufdeckt und von dort her Wasser in ungeheuren Mengen in die Gluth gießt, bis man glaubt, dasselbe sei auf den Grund gedrungen und nun zur Oeffnung der unteren Pforte schreitet, jedoch der Vorsicht wegen die obere Oeffnung sorgfältig verschließt. So sind die Ansichten der Fabrikanten über diesen Gegenstand sehr verschieden und es wird der Angriff immer dadurch bestimmt werden, ob viel Kohle verbraucht wird und man also Zeit sparen und den Vorrath

stets auf genügender Höhe halten müsse, oder ob man Zeit zur langsamen Bereitung habe.

In dem übrigen Verlauf dieser Arbeit aber stimmen die Fabrikanten sämmtlich überein, in der Anwendung der Röhre h nämlich zur Gewinnung der Produkte trockener Destillation des Holzes.

In früheren Zeiten ließ man den Rauch und die sonstigen Dämpfe völlig unbeachtet fortgehen, wollte man Theer gewinnen, so geschah dies durch eine eigene Operation, durch Schwelen, langsames Verbrennen lediglich des Wurzelholzes harziger Bäume, durch ein Verbrennen von oben herab, da dann der Theer, eine Verbindung des Harzes mit ätherischen Oelen, durch die hohen Hitzegrade brenzlich geworden, von oben herab getrieben wurde — alles Uebrige ging verloren. Wollte man Kienruß brennen, so verbrannte man Kienspäne, sammelte an Fellen den niedergeschlagenen Rauch — alles Uebrige ging verloren. Wollte man Kohlen brennen, so verfuhr man wie bei den Meilern beschrieben — alles Uebrige ging verloren.

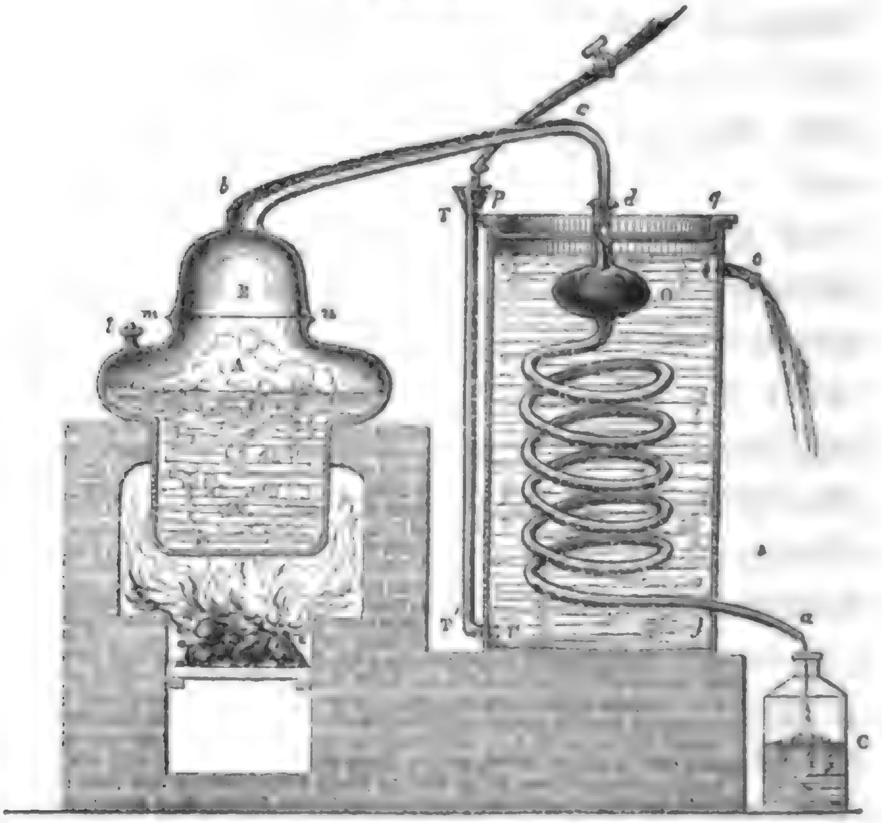
Dies hat sich jetzt durchaus geändert, wo man rationell wirthschaftet; nur noch in Oestreich, Baiern, Würtemberg, der Schweiz giebt es besondere Theerschwelereien, Kohlenbrennereien ꝛc., im Norden von Deutschland vereinigt man alles und läßt nichts verloren gehn, kann daher einen kostbaren Bau ausführen und hat dennoch bei dem viel theureren Holze einen viel größeren Vortheil als bei der Bearbeitung eines jeden einzelnen Produkts und hier kommt die Röhre h zur Wirkung.

Durch die Röhre h entweichen die Zersetzungsprodukte und sie können nun außerhalb in dazu vorgerichteten Räumen gesammelt werden. Zuerst bildet sich in der Röhre h selbst ein reichlicher Ansatz Ruß, welcher sehr häufig von den inneren Wandungen abgekratzt wird, wozu eine treffliche Einrichtung die um eine Axe drehbare Doppelröhre giebt. Zwei Röhren neben einander den Durchschnitt einer großen ∞ bildend haben eine gemeinschaftliche Axe grade an der Stelle, an welcher sie zusammenstoßen, es kann mithin beim Umdrehen eine die andere ersetzen. Dies geschieht nun indem man die warm gewordene, mit der noch kalten vertauscht. An der kalten Röhre setzt sich der Rauch, die unverbrannte Kohle sofort an, aus der von ihrer Stelle entfernten Röhre wird eben diese angesetzte pulverförmige Kohle, der Ruß durch eine kreisförmige Bürste wie diejenige ist, deren sich die Rauchfangkehrer zum Reinigen der Ofenröhren bedienen, fortgenommen. Theils wird derselbe als ordinaire Waare nach der Abkühlung in leichte hölzerne Bütten verpackt und so verkauft, theils wird er gesammelt, zusammengedrückt und in starken irdenen Töpfen wohl zugedeckt, noch einmal der Verkohlung ausgesetzt, um die Unreinigkeiten zu entfernen und die halb

verbrannte, schmierende, fettige Kohle in ganz verbrannte trockene Kohle zu verwandeln.

Die Gase, welche nun weiter gehen, nachdem sie diese grade, gewöhnlich sehr lange, mehrere Klafter messende Röhre durchstrichen und darin ihre unverbrannte Kohle abgesetzt haben, gelangen nun in das Gebäude, worin ihre Verdichtung und Verflüchtigung vorgenommen wird. Die Rauchröhren und ihre Stellvertreter befinden sich gewöhnlich zwischen dem Ofen und dem Hause zur Gewinnung der übrigen Materialien im Freien. Manchmal stellt man auch drei bis vier Röhren in ähnlicher Weise zusammen und hat den Vortheil davon, daß jemehr derselben man verwendet, desto länger die andern Zeit haben sich abzukühlen, worauf es jederzeit ankommt.

Fig. 409.



Die Röhre h, nachdem sie eine Strecke weit verlaufen, um zu dem gedachten Behufe zu dienen, tritt in ein Gebäude ein und senkt sich daselbst sofort nieder, um durch ein Kühlfaß zu gehen. Natürlich nicht in der Art, wie wir es in Fig. 409 dargestellt sehen, wo ein Schlangenrohr in vielen Windungen durch einen Kübel mit Wasser läuft, das würde zur baldigen Verstopfung der Röhre und folglich zur Unterbrechung der Destillation führen, sondern auf solche Art, daß sich die Röhre entweder in ihrer ganzen Weite durch einen mit erneuertem Kühlwasser gefüllten Kübel senkt, oder daß sie sich sehr erweitert und daß diese Erweiterung nun gleichfalls genügend abgekühlt, den warmen Dämpfen im Innern mehr Oberfläche, mehr Berührungspunkte zum Niederschlagen aus der Dampfgestalt in die flüssige bietet.

Die Röhre mündet in ein großes Gefäß, worin etwas kaltes Wasser vorgeschlagen ist, und hier hinein fließt nun Alles, was durch die Röhre gegangen ist an Theer, an ätherischen Oelen, an Holzessig, Holzgeist, Kienöl u. s. w.

Es scheidet sich sofort das ölige und harzige von dem wässrigen. Was im Wasser löslich ist, tritt mit diesem zusammen und es wird noch vermehrt durch die Wasserdämpfe, welche bei der Destillation des Holzes sich entwickeln; oben auf dem Wasser schwimmt der Theer, in dem Wasser löst sich die Holzsäure auf und dasselbe wird also zu verdünnter Holzsäure. Man trennt die harzige oder ölige Flüssigkeit von der wässerigen, und hiermit wäre nun die Verkohlung und die Aufsammlung ihrer vier Produkte, feste Kohle, Ruß, Theer und Säure, beendet.

Diese letzten beiden Produkte enthalten jedoch noch viele verschiedene andere, und sie zu trennen und einzeln darzustellen lehrt die Chemie.

Umwandlung der kohlenhaltigen Körper durch die Hitze.

Der Verfasser ist genöthigt hier eine Auseinandersetzung einzuschieben, welche er am liebsten als eine große Parenthese, als in Klammern eingeschlossen angesehen wissen möchte, denn wir sind mit dem Kapitel von den Kohlen und von der Verkohlung noch nicht fertig und müssen doch ein anderes Capitel anfangen, der denkende Leser wird indessen alsbald finden, daß es zur Sache gehört, und daß die ferneren Manipulationen nicht wohl verständlich wären ohne diese Auseinandersetzungen.

Wenn man irgend einen organischen Körper, thierisch oder vegetabilisch ist gleich viel, stark, d. h. bis über dem Kochpunkt des Wassers erhitzt, so entsteht eine vollständige Entmischung, eine Zersetzung desselben. Es ist gleichgültig, ob dieses an freier Luft oder im verschlossenen Raum geschieht, allein der Chemiker wird bei seinen Versuchen immer das letztere vorziehen, weil er nur so die Zersetzungsprodukte kennen lernen kann.

Die Gegenstände der Erhitzung sind entweder flüchtig bei starker Erwärmung oder sie sind es nicht; einen dritten Fall giebt es nicht. Die flüchtigen werden durch Erhöhung der Temperatur verjagt, die feuerbeständigen bleiben zurück. In unserm speciellen Falle werden die Wasser-, Oel- und Harzdämpfe verjagt, der Kohlenstoff, der Kalk, der Kiesel, das Kali bleiben zurück, die letzten drei bilden die Asche, die Kohlen den übrigen festen Theil.

Schon das bloße Rösten leitet eine solche Entmischung ein, die Farbe

der organischen Körper verändert sich, sie wird mehr oder minder dunkelbraun, es entwickelt sich ein starker, sichtbarer Dampf, thierische Körper geben den bekannten Bratengeruch, Pflanzenkörper einen andern, man möchte fast sagen ähnlichen Geruch von sich. Meine Leser werden mir gewiß leicht auf das Richtige helfen, sie werden sagen Brotgeruch, allein ehrlich bleiben wollend, darf ich bei aller Höflichkeit gegen dieselben dies nicht zugestehen, denn der eigenthümliche, erfrischende, wirklich angenehme Brotgeruch rührt zum großen Theil von einer verdampfenden Säure her, welche keineswegs ein Produkt der Röstung ist, sondern dem Gährungsmittel des Brotes, dem Sauerteig angehört. Brot, welches ohne diesen bereitet wird, also z. B. dasjenige Weizenbrot, welches wir gewohnt sind Semmel zu nennen, oder das Mehl, welches die Köchin in der offenen Pfanne bräunt um „gebranntes Mehl" zu haben, dies ist es, welches jenen bekannten und doch eigenthümlichen Geruch bietet.

Das Rösten allein bringt diese Veränderung hervor. Mehl, um bei diesem stehn zu bleiben, hat roh wenig oder gar keinen Geschmack, es ist im Wasser so wenig löslich, daß es darin zu Boden sinkt — hierauf beruht die Stärkefabrikation — geröstet verwandelt sich die weiße Farbe des Mehls in braun, es bekommt Geschmack (etwas süßlich) und es ist nunmehr im Wasser auflöslich. Die weiße unlösliche Stärke wird durch Rösten braun und wird zu Stärkegummi, in der braunen Kruste des Brotes ist dieser enthalten, daher auch sein entschieden süßlicher Geschmack. Der weiße Zucker schmilzt, er wird zu derjenigen Substanz, mit welcher die Weinhändler die Weißweine welche zu hell sind dunkler färben, Weincouleur, Zuckercouleur oder Caramel. Das Darren des Malzes bringt denselben Vorgang zur Anschauung. Wo ätherische Oele entwickelt werden, findet ein allerdings anderer, aber doch ähnlicher Vorgang statt, so beim Rösten des Kaffees, bei welchem zwar weder Gummi noch Zucker entwickelt, wohl aber eine solche chemische Verwandlung eingeleitet wird, daß auf ihr allein die Lieblichkeit und das aromatische des Kaffeegeschmacks beruht.

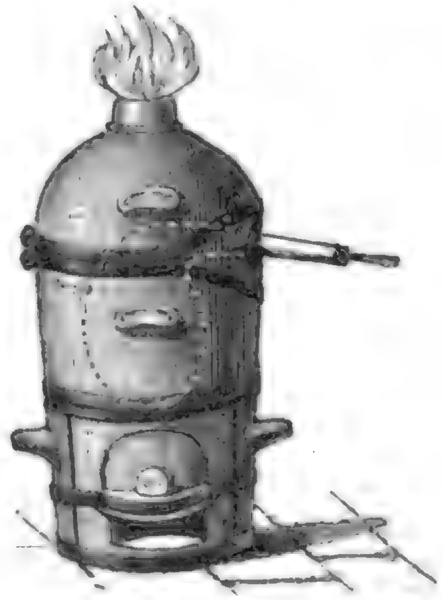
Bei diesem letztgedachten Beispiele wird die Erwärmung schon bis zu dem Grade gesteigert, bei welchem die Verkohlung anfängt, ja viele Hausfrauen sowohl als Kaufleute treiben zu ihrem Schaden die Erhitzung wirklich bis zur recht eigentlichen Verkohlung, die Bohnen werden statt braun schwarz, sie glänzen von dem verjagten Oel, welches grade wesentlich für den Geschmack des Kaffees ist und sie sind so zerbrechlich, daß man sie zwischen den Fingern zerreiben kann. Hier hat die Erhitzung schon einen viel zu hohen Grad erreicht, die Zersetzung ist nicht begonnen, sondern beinahe vollendet, die ätherischen Oele sind nicht entwickelt, sondern verjagt, der Kaffee ist nicht geröstet, sondern verbrannt und wenn die Hausfrau

aus mangelnder Kenntniß einen solchen Fehler begeht, so bringt sich der Kaufmann dadurch in Schaden, denn er zieht aus seinem Pfunde rohen Kaffee nicht 7/8 Pfund gebrannten, sondern nur 6/8, ja bei schlechter Behandlung nur 5/8 Pfund verbrannten Kaffee.

Alles was hier vom Kaffee und vom Mehl, vom Malz und vom Zucker gesagt worden, gilt durchweg von sämmtlichen getrockneten vegetabilischen Substanzen, gilt auch von den animalischen, wenn man dieselben getrocknet hat (wenn dieses nicht geschieht, so treten vorher andere Prozesse ein) und steigert man die Hitze noch mehr, so folgt eine völlige Entmischung, die Körper werden zerlegt in gasförmige, flüssige und feste Theile. Man muß nicht glauben, daß sie in ihre Elemente zerlegt werden, dieses übernimmt die Gährung, welche wir Fäulniß nennen, sie giebt aus den verwesenden Körpern Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff und läßt die Kohle, den Humus, den Moder liegen; sie verbindet auch wohl den Schwefel oder den Phosphor mit dem Wasserstoffgas, daher die entsetzlichen Gerüche, welche verwesende thierische Substanzen von sich geben, die Erhitzung aber zersetzt die vorhandenen Verbindungen und leitet neue ein.

Wenn man Holz verbrennen, seine Bestandtheile auffangen will, so muß man dasselbe in einem ganz verschlossenen Raum destilliren, es muß in einer Retorte befindlich sein, welche die vollständigste Rothglühhitze erträgt. Die Retorte wählt man daher gewöhnlich von Eisen oder man beschlägt sie sehr gut mit Thon, wenn sie von Glas ist, in welchem Falle sie auch dem Feuer widersteht, vorzuziehen ist jedenfalls eine Retorte von Steingut, wenn man keine eiserne anwenden kann. Die Retorte muß gänzlich in einem Ofen liegen, wie die Punktirung andeutet. Fig. 410 zeigt einen solchen Ofen, wie derselbe sehr zweckmäßig für dergleichen Operationen eingerichtet, einen sogenannten Dom hat, eine gewölbte Decke von Thon oder Graphit wie der Ofen selbst und mit Henkeln oder Handgriffen versehen um leicht abgehoben und aufgesetzt werden zu können. Die Retorte liegt auf einem untergesetzten Ziegelstück (wenn sie auf Kohlen gestützt würde, so wäre mit dem Verbrennen dieser Kohlen ihre Stütze entfernt und sie würde dann frei am Halse hängen, vielleicht wie die Spitzbuben in England „bis sie todt ist“, d. h. bis sie abbräche). Die starke Gluth dieser Kohlen schlägt nun über der Retorte zusammen und wird durch den Dom noch niedergedrückt, so daß die stärkste Hitze hervorgebracht und die Retorte auf allen Seiten von derselben umgeben ist.

Fig. 410.



Man kann, wenn die Kohlen sich zu verzehren beginnen, sehr leicht neu nachschütten, indem der Deckel ein wenig erhoben wird.

Was sich beim Erhitzen zuerst entbindet sind Wasserdämpfe, von denen auch das trockenste Holz, ja die best ausgeglühte Kohle, noch immer beträchtliche Quantitäten enthält. Ist ein großer Theil des Wassers vertrieben, so wird durch die stärker werdende Hitze aus dem Holze neues Wasser gebildet, in dem Holze nämlich ist Wasserstoff und Sauerstoff als Elementarbestandtheile neben den Kohlen enthalten, beide ersteren genau in der Menge oder dem Verhältniß, daß sie, mit einander verbrannt, Wasser geben würden. Dieser Fall tritt nun ein, die beiden Gase werden durch die steigende Hitze zum Theil aus ihrer Verbindung verjagt und werden im Augenblick der Entstehung auch schon wieder verbrannt, dies giebt also eine zweite Portion Wasser, welche nicht fertig war, wozu aber die Stoffe in dem Holze lagen und welche nunmehr gebildet wird.

Von jetzt ab werden aber auch andere Verbindungen geschlossen aus den Elementen, die das Holz hergiebt, denn die Kohle selbst beginnt Antheil zu nehmen; das Holz ist durch den Verlust an Wasser, an Sauerstoff und Wasserstoff aufgelockert, es befindet sich die Kohle durch die Glühhitze in einem leicht angreifbaren Zustande und sie wird bei fortgesetzter Entwickelung von Gasen aus dem Holze zum Theile mitgerissen, aus dem Sauerstoff und dem Wasserstoff bildet sich nicht allein Wasser, sondern aus dem Sauerstoff und der Kohle Kohlensäure und Kohlenoxydgas.

Aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff ist aber nicht bloß das Holz, sondern sind auch die Harze und die Oele zusammengesetzt. Diese zum Theil in dem Holze fertig enthaltenen Bestandtheile, werden bei gelinder Erwärmung in Dampf verwandelt und vertrieben und schlagen sich in der Vorlage nieder, bei starker Erwärmung werden sie brenzlich und gehen auf diese Weise verändert über, endlich können sich aber auch die Zersetzungsprodukte wieder vereinigen zu solchen Oelen und auch diese sammeln sich in der Vorlage.

Diesen Vorgang sieht man bei aufmerksamer Verfolgung des Ganges der Operation auch ganz deutlich, das zuerst übergehende Wasser ist als solches gar nicht zu verkennen, die zuerst übergehenden flüchtigen, dann die harzigen Oele sind farblos, stark riechend, man kann in manchen Fällen sagen wohlriechend, später werden sie gelb, dann braun, immer dunkler und dickflüssig, sie riechen nun auch nicht mehr gut, sie sind brenzlich geworden. Es hat sich dabei noch ein anderer Körper gebildet, der Holzessig, d. h. Essigsäure mit brenzlichen Oelen verunreinigt, alles zusammen giebt den Theer, d. h. brandiges Pech in brandigen und nicht brandigen ätherischen Oelen aufgelöst oder durch sie erweicht. Man kann diese Oele

inigen, wenn man den Essig abgießt, den Rückstand wiederholt auswäscht nd dann mit Wasser destillirt. Sie verlieren den brandigen Geruch und erden wieder farblos. Es ist das Kienöl, welches man auf solche Weise winnt. Wenn man die Oele und Harze jedoch ohne Wasser destillirt, scheint eine neue Zersetzung vor sich zu gehen, das gewonnene Oel ist en durchdringendem, scharfen Geruch, ist hellgelb von Farbe und bräunt ch in Berührung mit der Luft. Es enthält Paraffin und Creosot; dies ind Stoffe, die ohne Sauerstoff, nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff estehen.

Bei der trockenen Destillation harzreicher Hölzer ist die Ausbeute von Theer und Theeröl beträchtlich größer als bei der Destillation von Laubhölzern, allein auch sie geben Theer in nicht unbeträchtlichen Mengen. Bei Buchen und Birken beträgt er 9 bis 10 Procent (die Rinde der Birke ist sehr harzreich), bei Föhren- und Lärchbaumholz beträgt das Harz allerdings um die Hälfte mehr, 15 Procent, und wenn man unsere sogenannte Kiefer anwendet, das von Harz innig durchdrungene Wurzelholz, so ist die Masse natürlich noch beträchtlich größer.

Umgekehrt steht es mit der Holzsäure. Diese wird aus Laubhölzern in größerer Menge gewonnen als aus harzreichen, auch ist sie aus jenen gezogen viel reiner. Holzessig (Holzsäure) ist weiter nichts als gewöhnlicher Essig mit brandigem Oel und brandigem Harz gemischt, welche aber nicht bloß aufgelöst, sondern chemisch mit ihr verbunden sind, einen Körper mit ihr so ausmachen, daher auch bei Salzbildung durch diese Säure, in die so gebildete Salze mit eingehen. Holzsäure, sowie sie roh gewonnen wird, ist eine braune, stark nach Essig, aber zugleich brenzlich oder brandig, räucherig riechende Flüssigkeit, sie oberflächlich zu reinigen ist leicht, sie so zu reinigen, daß sie vollkommen frei von den harzigen und brandigen Bestandtheilen, daß sie zu reiner oder verdünnter Essigsäure wird, ist sehr schwer, selbst durch Destillation über Kohlenpulver wird sie nicht vollkommen befreit; man kann es nach vorheriger Reinigung durch Kohlen, durch Sättigung mit Natrum bewirken, aus welchem dann die aufgenommene Essigsäure durch Schwefelsäure vertrieben wird.

Man hat, wie bereits bemerkt, in früheren Zeiten geglaubt, der Stickstoff sei vorzugsweise den thierischen Körpern zugehörig, allein genauere Untersuchungen haben längst gezeigt, daß er sich in vielen Pflanzenkörpern eben so gut befindet, wie er in vielen thierischen Stoffen nicht vorhanden ist, so z. B. in den Fetten und Oelen. Dieser Stickstoff zeigt sich bei der trockenen Destillation des Holzes nicht so reichhaltig, als man nach dem gesagten denken sollte. Er tritt allerdings als Ammoniak auf, allein er ist in größerer Menge vorhanden durch die Säure gebunden. Wenn man

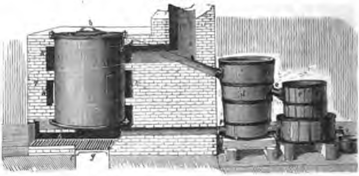
diese aber durch ein Alkali neutralisirt, so wird der Ammoniak entfesselt und kann nun gewonnen werden, auch in dem Verbrennungsprodukt, welches wir Glanzruß nennen, ist er in beträchtlicher Menge vorhanden. Von diesem Vorkommen des Stickstoffs in den Pflanzen rührt das bei der Destillation derselben sich stets in Menge zeigende ammoniakhaltige Wasser her.

Wir mußten diese Andeutungen über die Zersetzung der Pflanzen durch die Hitze vorausschicken, bevor wir in der Sache selbst weiter gehen konnten, das wollen wir nunmehr thun.

Gewinnung der flüssigen Verbrennungsprodukte.

Die oben angeführte Art der Verkohlung des Holzes lehrt uns schon den größten Theil der Verbrennungsprodukte zu gut machen, durch noch vortheilhaftere Einrichtungen glaubt man aber alles verwerthen zu können.

Fig. 411.



Wir sehen auf der linken Seite der Zeichnung einen großen eisernen Cylinder über einem Roste h stehn, zu welchem von g her, unter dem Rost, die nöthige Luft strömen kann um das Feuer, welches daselbst unterhalten werden muß, zu nähren.

Der Kasten ist von Mauerwerk so umschlossen, daß es ihn in drei Ringen berührt, welche weite Zwischenräume gestatten, so daß die Flamme, welche unten durch Reisig hervorgebracht wird, durch diese Räume kk in einem breiten, spiralförmig gewundenen Bande rund um den Kessel oder Cylinder läuft und ihn drei mal umkreist, bevor sie ganz oben von k nach l in den Rauchfang streicht.

Durch den Deckel b, welchen man bequem einsetzen kann, wird der

Cylinder mit dem zu verkohlenden Holze so dicht wie möglich zugesetzt und dann der Deckel luftdicht verschlossen. Ganz nahe unter der oberen Platte geht ein Rohr von starkem Blech k c durch ein mit Wasser kalt erhaltenes Gefäß d nach einem zweiten kalt erhaltenen Gefäße c, innerhalb dessen es sich krümmt und theilt. Die eine größere Hälfte geht durch das erste Kühlfaß zurück, tritt bei f aus demselben und schreitet durch das Gemäuer nach dem Heerde, wo es unter dem Kessel frei mündet, die andere kleinere Hälfte senkt sich von dem niedrigsten Theile des Kühlrohrs zu einem Sack weiter abwärts und nimmt in dieser Erweiterung alle die durch Erkältung niedergeschlagenen, in Dämpfe verwandelt gewesenen Flüssigkeiten auf; an dieser Erweiterung befindet sich ein Rohr mit einem Hahn o, welches außerhalb des Bottichs e über einem Kübel endet, in welchem die gesammelten Flüssigkeiten aufgefangen werden können. Für die Dämpfe (Säuren, Oele, Harze, Ammoniakwasser rc.) wäre auf diese Weise gesorgt. Nunmehr haben wir es nur noch mit entweder ganz oder doch in so weit permanenten Gasarten zu thun, daß sie bei den gewöhnlichen Temperaturen und unter dem gewöhnlichen Druck der Luft nicht niedergeschlagen werden. Diese sind großentheils brennbar, wie Wasserstoff, Kohlenwasserstoff und Kohlenoxydgas, sie gehen mit den andern vermischt durch die Röhre f nach dem Raum h über den Rost g und hier verbrennen sie augenblicklich und vermehren die Flamme so sehr, daß durch sie selbst, ohne anderes Brennmaterial der ganze Destillations- und Verkohlungsprozeß beendet wird.

Wenn die Entwickelung der Flüssigkeiten einerseits und der Gase andererseits aufhört, so ist die Operation beendet und man muß den Cylinder sich verkühlen lassen. Der Brand und die Abkühlung nimmt gewöhnlich 24 Stunden in Anspruch, da das Ausleeren und Besetzen circa zwei Stunden fordert, so hat man, für den Fall, daß Tag und Nacht gearbeitet wird, zwölf Cylinder und Kühlfässer rc. nöthig, wenn jedoch nur 14 Stunden gearbeitet wird, so genügen natürlich sieben Apparate. Sie liefern eine höchst vortreffliche, stets gleiche, klingende Kohle, brauchen wenig Brennmaterial, da die brennbaren Gase benutzt werden und geben gleichzeitig die größte Ausbeute von Theer und den übrigen Flüssigkeiten. Kiehnruß tritt dabei gar nicht auf, weil das Holz in dem Cylinder nicht brennt, sondern nur durch äußere Erhitzung verkohlt wird. Es ist immer ein Uebelstand dabei vorhanden, die Kohlenausbeute (die größte welche man erzielen kann) ist nicht **groß**, d h. die Cylinder dürfen keine Ausdehnung haben, welche verhinderte, daß ihr ganzer Inhalt durchglüht würde, und so bleibt um viel zu gewinnen nichts übrig, als viele solche Apparate anzuschaffen und was sind 12, was sind 50 Apparate gegen einen einzigen Meiler von 30 Fuß Durchmesser. Der einigermaßen ausgleichende Vortheil dieser

Verkohlungsmethode besteht in der Zeit, während welcher man bei diesem Apparate immerfort arbeitet, indeß man beim Meiler warten und zusehen muß, bei einem großen Meiler mehrere Wochen lang, müßig von da wo er ausgebrannt, bis dahin wo er abgekühlt ist. Auf diese Art wird doch ein großer Theil dessen wieder eingeholt, was Kleinheit des Apparats auf einmal zu nehmen hindert, da aber mehrere Meiler zugleich brennen können, hört auch dieser Vortheil auf. Im Uebrigen ist die Verwerthung aller Theile des Materials auf diesem Wege gelungen und er scheint daher der allervortheilhafteste.

Das hier gewonnene Destillat, der Holztheer oder irgend ein anderer, der aus Steinkohlen, aus Torf gleichviel, ist ein Gemisch aus sehr verschiedenen Substanzen, öliger, harziger und wässeriger Beschaffenheit. Die verschiedenen Materialen, welche Theer liefern, kommen dabei wenig in Betracht, der Unterschied der Theersorten liegt lediglich in den Verhältnissen, welche von den Bestandtheilen der Theerarten eingehalten werden. In jedem Theer findet man Brandharze mit Essigsäure verbunden, Kolophonium, Terpentinöl und Brandöl. Ferner sind nebenbei in diesen Theersorten enthalten Kreosot, Eupion, Kapnomor, Picamar, Paraffin, Eubriret, Chrisin, Pyrin und Pittakal.

Der Steinkohlentheer enthält gleichfalls Eupion, so wie er auch Kreosot führt, allein statt des Paraffins im Holztheer tritt hier das Naphtalin auf sowie Anitin, Leucolin und Picolin, sehr flüchtige Brandöle, an Stelle der Holzsäure tritt die Carbolsäure.

Im Braunkohlentheer findet man fast ganz dasselbe, wie im Holztheer, derjenige, den man durch trockene Destillation der bituminösen Schiefer erhält, ist sehr reichhaltig an Paraffin, daher er beinahe butterartig ist, im übrigen gleicht seine Zusammensetzung auch der des Holztheers. Der Torftheer endlich enthält mehr Holzsäure als irgend ein anderer und an die Stelle des festen Paraffins tritt das flüchtige Photogen.

Wir haben hier ein paar Körper genannt, welche in der neuesten Zeit von Wichtigkeit geworden sind, Photogen und Paraffin, das erstere als ein Leuchtmaterial in Lampen, das andere als solches in Kerzengestalt, es wird meinen geehrten Lesern vielleicht nicht unintereſſant sein hierüber etwas Näheres zu erfahren.

Der Theer enthält die gedachten Substanzen in einer so lockeren Mengung, daß eine Sonderung dieser Bestandtheile durch Destillation ganz leicht thunlich ist, dabei trennen sich die flüchtigen Oele zuerst, alsdann gehn die schwerer zu verflüchtigenden Oele über und als Rückstand bleibt entweder Pech, Asphalt (je nachdem man Holz- oder Steinkohlentheer angewendet

hat) oder es bleibt bei fortgesetzter Destillation nur noch eine feste harte Kohle und Asche.

Die zuerst durch einfache Destillation gewonnenen Oele sind farblos, dünnflüssig, leichter als Wasser, von einem starken Geruch, der einigen Personen nicht unangenehm, den mehrsten aber penetrant, streng und widrig erscheint und an Pflanzen- oder Thierstoffen, wie Leinwand, Papier, Haaren, Fellen, Wolle außerordentlich lange anhaftend ist. Der Geschmack dieser Oele hat die auffallendste Verwandtschaft mit ihrem Geruch, d. h. er macht auf die Geruchsorgane beinahe denselben Eindruck wie auf die Zunge.

Diese Oele alle sind äußerst leicht entzündlich (wie Kiehnöl, Photogen) und sie brennen mit hoher gelber und rother, stark russender Flamme, welches ein Zeichen ihres außerordentlich starken Kohlengehalts ist, daher sie auch übermäßig qualmen und russen, eine Flamme geben, die von einer einzelnen Lampe ausgehend einen Saal in kurzem mit schwarzen Flocken füllen kann, allein eben deßhalb geben sie auch wieder, bei hinlänglich starkem Zug, d. h. bei sehr lebhaftem Zutritt von Sauerstoff, eine überaus prächtige, weiße, hell strahlende Flamme, welche bei gleicher Höhe und gleichem Umfang die Flamme des Leuchtgases an Helligkeit, an Leuchtkraft bei weitem übertrifft.

Diese Oele sind alle unlöslich in Wasser, dagegen leicht löslich in fetten Oelen, im Aether und im Alkohol, aus denen beiden sie durch Zusatz von Wasser ausgeschieden werden, daher das Milchig werden einer solchen Auflösung in Weingeist, wenn man Wasser zu derselben gießt; dieses bewirkt, daß sich das Oel in unzähligen, ganz kleinen Kügelchen ausscheidet, die Tröpfchen sind so klein, daß sie in der Flüssigkeit schweben bleiben, welche daher aufhört homogen zu sein und das Licht also nicht mehr durchläßt und bricht, sondern zurückwirft, daher die weiße Farbe solcher Mischung, wie des kölnischen Wassers &c.

Das Holzöl aus dem Holztheer gewonnen, ist beinahe gleich dem Terpentinöl und wird auch so gebraucht, zur Verdünnung von consistenten Oelfarben, zum Vermischen von beinahe wasserfreiem Weingeist um ein Material zur Beschickung der Lüdersdorf'schen Lampen zu erhalten und zu andern Zwecken, denen des Terpentinöls analog. Ganz rein, ganz frisch bereitet, ist es ätherartig, leichtflüssig, farblos und geruchlos, allein nur selten wird es so rein dargestellt, dann aber wird es in Berührung mit der Luft sehr schnell ranzig, übel riechend (der bekannte Terpentingeruch ist ein Beweis, daß diese Veränderung bereits eingetreten ist) und es wird auch gelb. Dieses Oel enthält gewöhnlich einen beträchtlichen Antheil Kreosot; will man das Oel rein haben, so muß man dasselbe mit Aetzkali mengen und dann destilliren, hierdurch wird es wasserhell und bleibt auch

in Berührung mit der Luft so, der Rückstand in der Retorte, welcher äußerst übel riecht, enthält das Kreosot, welches verursacht, daß jenes Oel sich durch Oxydation nach und nach gelb und braun färbt, daher es nun, von demselben befreit, farblos bleibt.

Das Torföl ist ganz ähnlich beschaffen und ist noch flüchtiger, so daß Flecke damit auf Papier gemacht, sehr bald vollkommen verschwinden. Der Geruch desselben ist durchaus nicht torfähnlich, man könnte sogar sagen er sei angenehm, aromatisch. Harze aller Art, sogar elastisches Harz, werden durch dieses Oel vollkommen aufgelöst und nach der Verdunstung des Lösungsmittels bleiben hiermit gemachte Anstriche ganz frei von einem Beigeruch und überziehen den gestrichenen Gegenstand mit einer mehr oder minder dicken Haut des aufgelösten Harzes.

Das Steinkohlentheeröl erhält man eben so, indem man den gekochten Theer destillirt, dasselbe ist auch der Fall mit dem Theer der Braunkohlen oder des bituminösen Schiefers, allein wie man den Theer erhält, ist eine andere Frage. Die bereits abgehandelte Methode, in Cylindern oder in Gruben, wie sie für Holz angewendet wird, ist für große Fabriken nicht ausgiebig genug, sie läßt sich auch nicht mit Vortheil anwenden. Um den Theer zu gewinnen, der in einem Centner Torf enthalten ist und der höchstens fünf Pfund beträgt, würde man bei der Verkohlung in einem Cylinder fünf mal so viel Torf zur Heizung verbrauchen, als der Theer im Werthe hat, er kann demnach nur als Nebenprodukt betrachtet werden. Soll aber Paraffin und Photogen erzeugt werden, so ist der Theer ein Hauptgegenstand, man bedarf dessen in Menge, denn so wie der Theer nur in einigen Procenten enthalten ist im Torf und in den Braunkohlen, so ist Paraffin auch nur in einigen Procenten im Theer enthalten und werden demnach bei großer Consumtion der Leuchtstoffe ungeheure Mengen Theer erfordert, um sie in die ätherischen Oele oder die krystallisirbaren Leuchtstoffe und in Pech oder Asphalt zu zerlegen. Darum verfährt man bei der Theergewinnung anders und großartiger.

In dem ersten Theile des gegenwärtigen Buches ist S. 125 der Durchschnitt eines Hochofens gegeben, in solch einem Ofen findet die Gewinnung des Theers statt, nach der Methode, die man in Irland, in den Bellford-schen Oefen anwendet, mit Feuerung von unten, nach der Wagenmannschen Methode aber mit Feuerung von oben durch einen absteigenden Brand, welches als viel zweckmäßiger anerkannt worden ist; wir wollen uns daher auch nur mit diesem beschäftigen.

Ein Hochofen — von der Größe ganz abgesehen — erweitert sich von oben nach unten gehend um die Hälfte seines Durchmessers; so wird auch der zur Verkohlung des Torfes, der Braunkohlen, der Steinkohlen zu ver-

wendende gebaut. Unten setzt sich ein umgekehrter Kegel daran, er verengt sich wieder und schließt in einem ziemlich tiefen Sack, wohin das Harz oder der Theer, gleichviel, abfließen soll. Soweit wäre Alles in beiden Fällen, für das Schmelzen der Erze wie für die Gewinnung des Theers ganz gleich. Nun aber tritt ein großer Unterschied ein, da wo der Ofen am weitesten ist, befindet sich ein mächtiger, starker Rost von Schmiedeeisen, stark genug um die ganze Last zu tragen, welche man ihm aufbürden will, dieser Rost befindet sich im Schmelzofen für Erze nicht, dann aber ist unten ein mächtiges Gebläse, welches Luft zuführt — hier findet man ein Gebläse nöthig, welches Luft aus dem Ofen zieht.

Meine Leser haben ohne Zweifel die sogenannte Windfege der Landwirthe gesehen, mit welcher sie ihr Getreide von der Spreu reinigen. Das Prinzip welches hier angewendet wird, um Weizen zu sichten, wird in den großen Maschinenbauanstalten angewendet, um durch ein nicht beträchtlich größeres Instrument von Eisen sechszig große Schmiedefeuer mit der nöthigen Luft zu speisen (es ist das Centrifugalgebläse, welches solche Wirkung hat), dasselbe wird hier angewendet, um aus dem unteren Raum dieses Hochofens die Luft auszuziehen.

Ein Cylinder von fünf Fuß Durchmesser, aber nur von einem Fuß Höhe, hat in seinem Innern ein Kreuz von Schaufeln, die ihn, den Cylinder, beinahe ganz ausfüllen, wenn sie gedreht werden. Die vier Schaufeln streichen so nahe als irgend möglich an den Seitenwänden vorbei. In der Mitte ist auf einer Seite eine Oeffnung von einem Fuß Durchmesser. In der cylindrischen Oberfläche ist eine viereckige Oeffnung von gleicher Größe. An der letztern ist ein Rohr angebracht, welches die Luft fortführt, die durch die kreisrunde Oeffnung bei der Bewegung der Schaufeln eingesogen wird. Eben diese Schaufeln, in schnelle Kreiselbewegung gesetzt, schleudern die in dem Cylinder befindliche Luft an die Peripherie durch das viereckige Rohr hinaus und die vertriebene Luft wird durch die große Oeffnung in der Seite ersetzt.

Solch ein Instrument kann mit großem Vortheil bei einem Hochofen angewendet werden, denn es befördert viel mehr Luft als ein Dutzend der schönsten Blasebälge. Solch ein Instrument wird angewendet bei der Theergewinnung aus Torf oder Braunkohlen, aber in entgegengesetzter Art wie man es zu einem Schmelzofen brauchen würde. In diesem Falle würde man die Luft, welche das Centrifugalgebläse hergiebt, in den Ofen schicken, in dem gegenwärtigen Falle will man aber Luft aus dem Ofen ziehen und darum verbindet man die kreisförmige Oeffnung der Seitenfläche durch ein weites, genau schließendes luftdichtes Rohr von Gußeisen mit dem untersten Raum des Ofens (mit dem unter den Rost) und läßt nun das

Instrument spielen. Der Ventilator hat keine andere Nahrung als diejenige, welche ihm durch die Seitenöffnung zugeführt wird, diese steht luftdicht mit dem Ofen in Verbindung, so schleudern die Schaufeln die vorhandene Luft aus der viereckigen Röhre der Peripherie und ziehn in das Instrument die Luft aus der runden Röhre, welche nach dem Ofen führt, d. h. sie ziehn die Luft aus dem Ofen.

Das ist es was man haben will. Sobald der Ofen mit dem zu verbrennenden Material beschickt ist, bringt man ganz oben auf dem Torf oder die Stein-, die Braunkohle, Feuer, breitet dasselbe so aus, daß man glaubt, es würde weiter abwärts zünden und dann deckt man den Hochofen mit einer starken eisernen Platte, in welcher nur einige Luftlöcher sind, zu.

Nunmehr läßt man den Ventilator wirken. Sobald dies geschieht, entweicht keine Spur von Rauch aus dem Deckel, der oben auf dem Ofen liegt, im Gegentheil strömt durch die Luftlöcher atmosphärische Luft zu dem Feuer hinab und dieses Feuer wird durch das Centrifugalgebläse abwärts gezogen. Sehr bald würde derjenige, der davor stände den harzigen, brandigen, bituminösen Geruch empfinden und in Kurzem in einen heißen Rauch- und Dunststrom eingehüllt sein, in einen Dampfstrom von solcher Temperatur, daß derjenige, der es wagen wollte, sich ihm auszusetzen, tödtlich verbrüht werden würde.

In solche Lage kommt aber Niemand, denn diese Dämpfe sind grade dasjenige, wegen dessen man die ganze Anlage gemacht, wegen deren man den Ofen beschickt und den Ventilator davor angebracht hat, damit er dieselben herausziehe, man läßt also die Dämpfe nicht in die Luft strömen, sondern man bringt sie in Gefäße, in denen sie abgekühlt werden. Es sind dieses weite Röhren von Eisen, die zwanzig Fuß lang (auch darüber) in zehn bis zwölf Paaren neben einander stehn und so verbunden sind, daß der heiße, aus dem Ofen gezogene Luftstrom in die erste Röhre unten eintritt, aus dieser oben in die zweite übergeht, diese zweite abwärts durchstreicht, unten in die dritte gelangt, in dieser wieder aufwärts steigt und so fort, bis alle vierundzwanzig Röhren durchlaufen sind.

Damit dieses aber ohne Stockung geschehe, ist an der letzten Röhre wieder ein Centrifugalgebläse angebracht, das aus der vierundzwanzigsten Röhre so die Luft und die mitkommenden Dämpfe, Gase 2c. auszieht, wie auf der entgegengesetzten Seite die Dämpfe aus dem Ofen in die erste und die folgenden Röhren getrieben werden. Eine solche Hülfe ist nicht unnöthig, denn sonst würde dem ersten Ventilator eine zu schwere Arbeit aufgebürdet werden, derselbe sollte nicht bloß die Luft aus dem Ofen schaffen, er soll auch diese Luft auf einem fünfhundert Fuß langen, engen Wege mit 48 rechtwinkeligen Umbiegungen (ein bedeutendes Hinderniß) jagen, dies

würde wahrscheinlich eine Stockung herbei führen. Anders wird die Sache, wenn am Ende gleichfalls ein Centrifugalgebläse wirksam ist, dieses verringert den Luftdruck in dem langen Röhrensystem und die durch den ersten Ventilator in die Röhren gejagte Masse von Gasen und Dämpfen, findet vor sich einen luftverdünnten Raum, in welchen sie sehr leicht und ohne starken Trieb weiter nöthig zu haben, eindringt.

Der Zweck der ganzen Einrichtung ist ziemlich nahe liegend. Das Brennen gegen die gewöhnliche Richtung des Feuers, von oben nach unten bringt eine bedeutende Verlangsamerung des Verbrennungsprozesses hervor, vermöge dessen alle die Gase, welche sonst an der Flamme Theil nehmen, also verzehrt werden würden, unverbrannt durch die unter ihnen liegenden Kohlen- oder Torfmassen gehn, dort sich, soweit sie Dämpfe sind, verdichten und die Kohlen doppelt reich an Theer ꝛc. machen, dann aber, wenn die Erhitzung bis dahin abwärts dringt, auch doppelt so stark und ausgiebig wieder in Dampfform auftreten und durch den Ventilator weggeführt werden können.

Das Centrifugalgebläse ist vorhanden, um durch die unten bewirkte Verdünnung der Luft, den Zutritt der Luft von oben her nicht nur möglich, sogar nothwendig zu machen, dann aber die durch die Hitze entwickelten Dämpfe in einer vorher bestimmten Richtung zu bewegen, in bestimmte Räume zu zwängen; befördert wird dieses durch das zweite Centrifugalgebläse, welches in diesen Räumen die Luft verdünnt.

Diese Räume sind Röhren von ziemlicher Geräumigkeit und von einer Substanz, welche die Wärme gut leitet, die Wärme, welche ihnen also durch den heißen Gas- und Dampfraum mitgetheilt wird, geht sogleich durch die Metallwandung an die äußere Luft und dieser stete Wärmeverlust hat das Niederschlagen der Dämpfe zur Folge, welche verdichtet, flüssig werden, Wasser, Säuren, ätherische Oele, Theer bilden, die sich unten in der Verbindung je zweier Röhren sammeln.

Damit diese Verbindungsstellen nicht allzu schnell verstopft, durch die Flüssigkeiten, welche man gewinnen will, angefüllt werden, macht man dieselben groß, nicht so wie sie durchweg oben sind, in gleicher Weite mit den übrigen Röhren, sondern man läßt jedes Paar derselben in eine große Theertonne oder in einen geräumigen eisernen Behälter münden, in welchen das absteigende Rohr seinen Theer ergießt, indeß das aufsteigende Rohr die noch nicht verdichteten Dämpfe weiter führt.

Sind die Gas- und Dampfgemische durch alle vierundzwanzig Röhren gegangen, so kommt es darauf an, ob man für die durch das letzte Centrifugalgebläse herausgezogenen Gase noch eine Verwendung hat, es sind diejenigen, welche bei der Leuchtgaserzeugung entstehn. Ist die Paraffin- und

Photogenfabrik in der Nähe einer großen Stadt, so kann sie dieses Gas sehr wohl verwerthen, sie reinigt dasselbe auf die später anzuführende Weise von Ammoniak, Schwefel und Kohlensäure, fängt es in großen Gasbehältern auf und bewahrt es zum Gebrauch. Ist dies nicht der Fall, so benutzt man es ungereinigt als Brennmaterial oder man läßt dasselbe ungehindert in die Luft ausströmen.

Auf solche Weise kann man ungeheure Massen Theer gewinnen und man erhält zugleich Coaks von solcher Trefflichkeit, daß sie den Werth des aufgewendeten Materials vollkommen ersetzen.

Wo Gasbeleuchtungsanstalten sind, braucht man keinen Theerofen, denn des Theers wird in solchen genug gewonnen, ist dieses jedoch nicht der Fall, so sollte man bei Anlage von Theeröfen niemals unterlassen die Centrifugalgebläse in Anwendung zu bringen, indem dieselben ganz besonders noch dadurch wichtig werden, daß sie die Theerdämpfe aus der Asche fortschaffen, bevor sie durch die ihnen nachfolgende Hitze zersetzt und in permanente Gase verwandelt werden, was allerdings für die Gaserleuchtungsanstalt von großer Wichtigkeit, für die Theergewinnungsanstalten aber nachtheilig wird.

Ist mit der Theerbereitung zugleich eine Paraffin- und Photogenfabrik verbunden, so läßt man die mittelst des letzten Centrifugalgebläses aus dem Röhrensystem ausgezogenen Gase niemals an die Luft entweichen, sondern man sammelt sie nach vorheriger Reinigung durch Kalkmilch (um sie von der Kohlensäure zu befreien) in Gasbehälter, um sie als Brenn- und Heizmaterial zu brauchen, um mittelst ihrer die Retorten oder die Kessel zu heizen, aus denen der Theer destillirt werden soll. Dieser Gegenstand ist wichtig, er macht allerdings ein etwas größeres Anlagekapital nöthig zum Bau des Gasbehälters, allein er erspart das ganze Brennmaterial, welches zur Destillation des Theers erforderlich ist.

Diese Destillation leitet man so ein, daß man einen möglichst großen aber flachen Kessel, welcher dem Theer also eine recht ausgedehnte Oberfläche gestattet, mit einem Helme oder einem weiten Dampfrohr versieht; unter den Kessel das bei der Theererzeugung gewonnene brennbare Gas oder ein sonstiges Brennmaterial bringt und die durch das Rohr oder dem Helm entweichenden Dämpfe durch eine Kühlvorrichtung verdichtet. Diejenige welche man bei der Spiritusfabrikation anwendet ist nicht zweckmäßig, dagegen ist eine solche, wie sie im ersten Theile auf S. 222 in verschiedenen Formen dargestellt ist, so einfach als dem Gegenstande angemessen. Die bei den Branntweinbrennereien üblichen Schlangenröhre verstopfen sich sehr leicht bei der lange fortgesetzten Destillation, weil dann die butterartig weichen oder wallrathähnlich krystallinischen Substanzen Paraffin und

Naphthalin übergehn, die durch ihre Consistenz die Röhren füllen würden, auch wenn sie fußweit wären. Bei einer graden Röhre ist dem Uebel augenblicklich abgeholfen, nicht so bei einer spiralförmig gewundenen.

Die Destillation wird mit sehr niederen Temperaturen begonnen um zuvörderst das Wasser auszutreiben, allein mit dem Dampfe desselben geht schon bei 70 bis 75 Grad C. eines der leichtflüssigen Oele über und bei 150 entweicht mit diesem das Kreosot.

Wenn man nunmehr die Hitze steigert, so tritt dennoch in der Entwickelung von Dämpfen eine Pause ein, weil die jetzt auch in dem Theer vorhandenen Oele einen viel höheren Siedepunkt haben als 150° C., erst bei 300° erscheinen wieder die schwereren von den überhaupt im Theer vorhandenen Oelen und bei 375° C. beginnt das Paraffin (beim Steinkohlentheer an dessen Stelle das Naphthalin) überzugehen. Diese beiden Substanzen sind es, welche in ihrer butterähnlichen Consistenz das Kühlrohr leicht verstopfen.

Als Rückstand in der Blase bleibt eine Masse, die bei Holztheer Pech, bei Steinkohlentheer künstlicher Asphalt genannt wird, zur Bereitung der Mischung aus zerschlagenem Gestein und Harz, mit welcher man jetzt sehr häufig Trottoirs, Höfe, Thoreinfahrten belegt, das beste Bindemittel. Wird die Destillation bis zur völligen Trockniß des Rückstands getrieben, so ist dieser eine sehr fette, schwer entzündliche Kohle, was bereits oben angeführt worden.

Reinigung der einzelnen Bestandtheile des Theers.

Aus dem bisher Gesagten ersieht der Leser, daß die verschiedenen Theere aus flüchtigen leichten Oelen, aus minder flüchtigen schweren Oelen, aus festem, krystallinischem Stoffe und endlich aus Kohle bestehen, welche wie es scheint neben allen diesen Kohlenwasserstoffkörpern noch besonders in dem Theer enthalten ist, wie man denn sogar nachweisen kann, daß aus dem Theer, wenn er einige Monate lang die Sommertemperatur und dabei hinlängliche Ruhe gehabt hat, sich Kohle geradezu abgelagert, einen Bodensatz bildet.

Die durch Destillation gewonnenen Brennstoffe sind vielfältig durch sehr flüchtige, übel riechende Substanzen verunreinigt, mit ein Grund warum man dieselben noch nicht so allgemein anwendet, wie sie dessen wohl werth wären, das vollständige Reinigen fordert ziemlich kostspielige Apparate und

eine sorgfältige, umständliche Behandlung, beides wird nicht immer in der nöthigen Weise gewährt und daher die Mangelhaftigkeit der Producte.

Die Rohöle, welche durch Destillation aus dem Theer gezogen werden, unterscheiden sich in leichte und schwere, in solche die bei geringer und in solche die bei viel stärkerer Erwärmung erst übergehn. Die ersteren haben ein specifisches Gewicht von 0,700 bis 0,850, die schwereren von 0,856 bis 0,900. Die zuletzt übergehende paraffinhaltige Masse erreicht bis 0,936 und sie haben also 7/10, 8/10 bis 9/10 von der Schwere des Wassers, dieses als Einheit, als 1,000 oder als 10/10 angenommen.

Alle diese Oele aber sind gänzlich unbrauchbar, wenn nicht durch concentrirte Alkalien die in ihnen vorhandenen schädlichen Stoffe zerstört, darauf aber diese durch Säuren wieder bis auf die letzte Spur entfernt sind. Die Procedur, welcher man dieselben deswegen unterwirft, ist folgende.

Große tonnenähnliche Gefäße von Gußeisen werden mit einer Rührvorrichtung versehen, mit einem Kreuz von Latten, ähnlich demjenigen in den Butterfässern, welche auf den größeren Landgütern eingeführt sind (nicht stehende, sondern liegende, in denen eine Welle mit daran befindlichen Rudern, das Ausscheiden der Butter aus der Milch besorgt).

In ein solches Faß wird das zu reinigende Oel gebracht und demselben wird der funfzigste Theil einer concentrirten Aetzkalilauge zugegeben. Der in dem liegenden Cylinder befindliche Quirl wird nun durch eine Dampfmaschine in drehende Bewegung gesetzt, wodurch eine so vollständige Durchdringung der Mengungsbestandtheile erfolgt, daß alle, durch das Aetzkali zerstörbaren Substanzen wirklich zerstört werden, allerdings wird dazu eine Zeit von zwei Stunden erfordert.

Läßt man die durchrührten Substanzen einige Zeit stehn, so scheiden sie sich vollständig; die Kalilauge mit den aufgenommenen Unreinigkeiten liegt unten, das Oel schwimmt darauf. Man scheidet die beiden Flüssigkeiten dadurch, daß man mittelst eines Hebers das Oel abhebt und den Heberhahn schließt, sobald man die wässerige, unreine Kalisubstanz aufsteigen sieht. Selbstverständlich ist der eine Schenkel des Hebels von Glas und das Einsenken desselben in das Gefäß geschieht so allmählig, daß er so lange als irgend möglich außer Berührung mit dem Kali bleibt.

Gänzlich werden die Oele auf solche Art nicht abgeschieden, man gießt deshalb die Rückstände aus einer Tagesarbeit, d. h. aus zwanzig oder funfzig Füllungen verschiedener Fässer zusammen, da sich dann wieder eine solche Scheidung einstellt und man nun die sämmtlichen Oelreste vereint findet und sie also leichter trennen kann.

Nachdem diese Scheidung vorgenommen, bringt man das Oel in eine zweite ganz ähnliche Vorrichtung, welche sich von der so eben verlassenen

lediglich dadurch unterscheidet, daß sie nicht von Gußeisen, sondern von Blei ist, zwar theurer, aber der Säure wegen, die man anwenden will, nöthig, unerläßlich. Allerdings könnte man auch solche Tonnen von Porzellan gebrauchen, doch abgesehen von der Zerbrechlichkeit, würden sie nicht einmal den Vortheil der größeren Wohlfeilheit gewähren, denn große Porzellangefäße sind sehr viel theurer als kleine von gleich vieler Masse, zehn Tönnchen von einem Cubikfuß Inhalt würden bei weitem nicht so viel kosten, als eine Tonne von zehn Fuß Räumlichkeit.

Man macht ein Gemenge von zwei Theilen Salzsäure, acht Theilen concentrirter Schwefelsäure und einem Theil chromsauren Kali. Wenn dieses Gemenge fertig ist, so thut man dasselbe unter stetem Umrühren zu zweihundert Theilen des durch Kali gereinigten Oeles und setzt das Rühren in dem Bleiapparat vier Stunden lang fort. Es entsteht eine gegenseitige chemische Erfassung zwischen diesen verschiedenen Substanzen, in Folge derselben eine Erwärmung der ganzen Mischung, welche beträchtlich genug ist, um auf den Reinigungsprozeß günstig einzuwirken. Für diejenigen zersetzbaren Antheile des Oels, welche dabei gasförmig auftreten, muß oben an der liegenden Rührtonne ein Abzugsrohr angebracht sein, durch welches die Gase entweichen können.

Wie vorhin die Kalilauge, so setzen sich jetzt nach einiger Ruhe die schweren Säuren zu Boden und man zieht das zum zweiten Male gereinigte Oel ab, entweder wie bereits gesagt durch einen Heber, oder was eben so gut möglich ist, durch einen Hahn, der am tiefsten Punkt der Bleitonne angebracht, so lange in Wirkung bleibt bis statt der Säuren Oel kommt. Man wendet jedoch gewöhnlich die erste Methode als die bessere an, weil bei der zweiten das gereinigte Oel an die Stelle zu stehn kommt, welche unmittelbar vorher die mit Unreinigkeiten beladenen Säuren einnahmen.

Die Säuren könnten sich vermöge ihrer viel größeren Schwere ganz gut von dem Oel trennen, allein man läßt hierzu nicht genügende Zeit und entfernt die noch übrige Säurebeimischung dadurch, daß man in äußerst kleinen Quantitäten Kalilauge zu dem Oel setzt und nach jedesmaligem Umrühren mittelst mit Lackmus blau gefärbten Papiers untersucht, ob sich noch eine Spur von Säure zeigt, d. h. ob das blaue Papier noch roth wird (nicht jedes blaue Papier ist zu solchen Proben geeignet, sondern nur dasjenige, welches mit Pflanzenfarben, mit einem Decoct von Veilchen, von blauem Kohl, von Lackmus ꝛc. gefärbt ist. Wer smalteblaues Papier nimmt, wird wohl nicht viel finden, Smalte ist eine Mineralfarbe). So lange dies noch geschieht, so lange muß noch Aetzkali zugesetzt werden, man hat alsdann allerdings noch immer eine Verunreinigung in dem Oele,

nämlich ein schwefelsaures und ein salzsaures Salz, allein diese lassen sich, da sie leicht löslich sind, auswaschen, auch werden sie durch die demnächst folgende Destillation ohnedies beseitigt.

So wie hier beschrieben, wird auch mit den schweren Oelen verfahren, nur setzt man statt zwei Prozent Kalilauge deren drei zu, ebenso statt vier Procent der Säuremischung nimmt man deren sechs.

Die dickflüssigen Substanzen bringt man in einen möglichst kalten Keller, lediglich durch die Temperaturerniedrigung scheidet sich das Paraffin aus, im Laufe von drei bis vier Wochen krystallisirt es in Blättern und Tafeln und kann aus seiner öligen Mutterlauge durch Pressung geschieden werden.

Die bis hierher durch den Chemismus gereinigten Oele müssen nun nochmals destillirt werden. Dies geschieht am sichersten und bequemsten in einem Bade, welches, wie das Wasserbad eine bestimmte Temperatur, nur eine viel höhere als dieses giebt, in dem Metallbade. Im Wasserbade kann man hundert Grad erreichen und die zu erhitzende Flüssigkeit auf diesem Punkt unverändert erhalten, im Sandbade kann man zwar jede beliebige Temperatur erreichen, bis zur Schmelzhitze desjenigen Metalls, innerhalb dessen der, die Retorte umgebende Sand liegt, allein man kann nicht eine Temperatur unausgesetzt halten und dies ist erforderlich für manche Operationen, da hilft dasjenige, von welchem wir bis jetzt noch nicht gesprochen haben, das Metallbad aus. Blei, Zinn, Wismuth &c., sie alle haben einen bestimmten Schmelzpunkt, sobald Zinn in einem eisernen Löffel über Feuer gebracht wird, erhitzt es sich immer mehr bis es zu schmelzen beginnt. Auf diesem Hitzegrade bleibt das Zinn im geschmolzenen Zustande unverändert stehn, so lange noch ein bohnengroßes Stück nicht geschmolzen darin befindlich. Allerdings sobald das letzte Stück des Metalls flüssig ist gleich dem übrigen, wird dasselbe nunmehr auch heißer und kann bis zur Rothglühhitze, kann zum Kochen und Verdampfen gebracht werden, allein der Schmelzpunkt kann erhalten werden, beim Zinn so gut wie beim Zink &c.

Dieses ist es, was das Metallbad bezweckt. Die Temperatur, bei welcher diese gereinigten flüchtigen Oele destilliren, ist gerade die des schmelzenden Bleies (für einen anderen Fall würde man Zinn oder Zink, oder eine Metalllegirung nehmen, welche leichter schmilzt als Zinn, wie es der Gegenstand erfordert.

Hier verfährt man so, daß man eine große Mulde von Eisen einem Feuer aussetzt, den Kessel aber gar nicht. Dieser Destillationskessel, welcher die längliche Form eines gewöhnlichen Dampfkessels hat, ruht mittelst untergesetzter, eiserner, halbkreisförmiger Schienen auf dem Mauerwerk des

Ofens, in welchem die Mulde eingemauert ist. Die Mulde ist jedenfalls so tief, daß mehr als die Hälfte des Kessels darin liegen kann. Der etwa zwei Zoll betragende Raum zwischen dem Kessel und der Mulde wird mit Blei ausgegossen und dieses bleibt unverändert, so lange die Fabrik besteht, es wird kaum ein Abgang von einigen Pfunden jährlich durch Oxydation vorkommen, es ist also völlig unbedeutend.

In den Kessel bringt man das geklärte Oel. Eine Dampfvorrichtung wie diejenige bei der Erzeugung des Borax beschriebene gestattet, daß man Dämpfe in das Oel, welches den Kessel zu drei Viertheilen füllt, bringe, es hat jedoch nicht den Zweck wie dort, die Flüssigkeit im Kessel zu erwärmen, sondern lediglich den die später erscheinenden Oeldämpfe zu vertreiben. Zu diesem Behufe befindet sich auf der oberen Wölbung des Kessels ein sehr weites gekrümmtes Rohr, welches den Helm einer Destillirblase vertritt, und dieses geht in ein Kühlfaß, aus welchem die Oele dann ausfließen können. Bevor das Rohr aber in die Kühlgefäße tritt, macht es eine bedeutende Erweiterung, in welcher, wie in einer Mittelflasche, sich die mechanisch mitgerissenen Substanzen niederschlagen können.

Sobald alles bis zu diesem Punkte geordnet ist, heizt man den Ofen und das Blei wird zuvörderst und durch dieses erst wird der Kessel mit dem darin enthaltenen Oel erhitzt. Die Temperatur ist natürlich dort am höchsten wo das Feuer unmittelbar auf die Bleimulde wirkt, über dem Rost dort schmilzt auch das Blei zuerst, indeß dasselbe am Ende des Kessels noch ganz hart, wenn schon sehr heiß ist. Die Feuerung muß nun so geleitet werden, daß der größte Theil des Bleis in einen teigigen Zustand übergeht und sich mittelst eines Schürhakens verschieben läßt, so wie es diesen Zustand angenommen hat, sucht man das Feuer so zu erhalten, der Schmelzpunkt des Bleis ist beinahe erreicht, viel weiter gehend würde eine steigende Erhitzung eintreten, die man eben vermeiden will.

Nun beginnt die Destillation dadurch, daß man aus einem Dampfkessel Dämpfe kochenden Wassers durch die durchlöcherten Röhren in das Oel strömen läßt. Diese Dämpfe reißen das Oel in Dampfgestalt mit, überfüllen den Kessel und verjagen es, wie sie selbst fortgehen durch den Helm aus dem Kessel, treiben es durch das Kühlrohr und schlagen sich hier mit dem Oele nieder, so daß dieses nebst einer Menge Wasser aus dem Kühlrohr in das untergesetzte Gefäß fließt. Der Dampfkessel setzt indessen seine Arbeit fort, dadurch wird natürlich des Oels weniger im Kessel, dieses wird von Zeit zu Zeit ersetzt, indem man noch zu destillirendes, was unterdessen vorgewärmt ist, nachfließen läßt. So kann man die Operation ununterbrochen fortsetzen, falls man Oel genug hat. Dies ist immer die vortheilhafteste Procedur, weil alles dasjenige Brennmaterial, was zum

Erhitzen des Kessels, des Ofens ꝛc. verbraucht wird, bei einem nicht abkühlenden Ofen erspart wird.

Die schweren und leichten Oele werden natürlich gesondert destillirt, das leichte wird als Photogen, das schwere als Solaröl verkauft, dieses letztere hat einen so hohen Siedepunkt, daß es ohne alle Gefahr und mit bedeutender Ersparniß an Kosten der Beleuchtung in gewöhnlichen Lampen mit argandt'schen Dochten gebrannt werden kann; die unter dem Namen Photogen verkaufte Mischung enthält aber so leicht siedende ätherische Oele, daß sie sich schon bei 70 bis 80 Grad C. verflüchtigen und dann Explosionen veranlassen, welche bei der großen Entzündlichkeit des Materials die schrecklichsten Folgen haben können. Man weicht diesem aus, wenn man die zuerst übergehenden Flüssigkeiten gesondert auffängt, denn sie sind dasjenige, was so gefährlich wirkt. Was man bei einer solchen Sonderung erhält ist unter dem Namen Benzol oder Benzil oder künstliches Bittermandelöl bekannt, das letztere, weil der Geruch dem des ätherischen Bittermandelöls ähnlich ist. Dieses für sich darstellbare Benzil hat in der Technik zum Theil dieselbe Anwendung gefunden, wie das beste Terpentinöl, zur Entfernung von Fettflecken, zur Auflösung von Harzen und dgl., allein es ist auch ein treffliches Hülfsmittel um schlecht leuchtende Gase lebhaft leuchtend zu machen. Man läßt nämlich das Leuchtgas, bevor es zu dem Brenner gelangt, durch Benzil streichen, da dieses sehr leicht verdampfbar ist, so nimmt das Gas Dämpfe desselben mit und diese vermehren die Leuchtkraft auf das Doppelte und zwar mit einer bedeutenden Ersparniß; man braucht nämlich durch solche Vorrichtung, zu so viel Helligkeit als man vorher hatte, nur die Hälfte des Gases und dasjenige, was an Benzil durch Verdunstung consumirt wird, beträgt bei weitem nicht so viel, als das ersparte Gas kosten würde.

Es bleibt uns noch übrig zu sagen, was mit den dicken Oelen vorgenommen wird um daraus Paraffin zu gewinnen. Das erste war dieselben an einen kühlen Ort zu bringen und zu veranlassen, daß dadurch sich das Paraffin, welches in diesen Theerölen fertig ist, krystallinisch ausscheide. Man sucht dieses Produkt nun von anhängendem Oele zu befreien, entweder indem man dasselbe durch Neigen des Gefäßes oder durch eine Siebvorrichtung abfließen läßt, oder indem man einen etwas kostspieligen Apparat, eine Centrifugalmaschine anbringt, ein Instrument, wie man es jetzt meistentheils in allen großen Waschanstalten hat, um die Wäsche nicht winden zu dürfen, was sie mehr als alles Tragen, Reiben, Klopfen, Laugen, Kochen ꝛc. ruinirt. Dieser Centrifugaltrockenapparat, gleichviel ob für Wäsche oder Paraffin, besteht aus einem flachen Cylinder mit festem Boden und Deckel, aber mit einem Drahtgewebe an der cylindrischen Peripherie,

er ist auf einer vertical stehenden Axe sehr schnell drehbar, er macht 1000 auch wohl 1500, ja 2000 Umdrehungen in einer Minute. Dadurch wird alles was in demselben enthalten ist, mit solcher Gewalt gegen das Gewebe gedrückt, daß, wenn dieses nicht widerstandsfähig ist, es mit sammt dem Paraffin oder den Hemden und Strümpfen in das Weite fliegt, wenn es jedoch stark genug ist, so fliegt nur das Wasser oder das Oel heraus, welches natürlich durch eine dichte Umhüllung des Apparats aufgefangen wird.

Bei der Wäsche ist man zufrieden, sie bedarf noch einer halben Stunde freien Hängens in der Luft um trocken zu sein, bei dem Paraffin fehlt doch noch eine Kleinigkeit. Es muß jetzt geschmolzen, in Tafeln von einer bestimmten Größe gegossen und dann gepreßt werden. Dies geschieht unter einem bedeutenden Druck von einer hydraulischen Presse, indem man die gegossenen Paraffinklötze in Hanftücher schlägt und sie zwischen kalte eiserne Platten geschichtet, der Einwirkung des Wasserdrucks aussetzt.

Nun erst beginnt die chemische Reinigung, welche darin besteht, daß man das Paraffin schmilzt und mit 5,0 Procent seines Gewichts concentrirter Schwefelsäure versetzt, bei einer Temperatur von 180 Grad C. zwei Stunden lang rührt, wie dieses oben für die Oele beschrieben ist, dann ihm Ruhe läßt, damit sich Paraffin und Säure von einander scheiden, dann aber das erstere wieder in Formen bringt und nach dem Erkalten abermals preßt und zwar mit einem noch höheren Druck als vorhin und indem man die zwischen die Preßtücher geschobenen Eisenplatten erwärmt.

Viele Fabriken geben das Paraffin in diesem Zustande als fertig in den Handel, dies ist jedoch fehlerhaft, es muß nochmals geschmolzen, mit einem halben Procent Stearin vermischt, dann aber in bleiernen Röhrgefäßen mit 7,0 Procent seines Gewichts concentrirter Schwefelsäure bei 150 Grad C. zwei Stunden lang gerührt, nach der Trennung von der Säure noch mit einem halben Procent Stearin zusammen geschmolzen, nun mit einem Procent Aetzkalilauge gemischt und damit wieder zwei Stunden lang gerührt werden. Jetzt erst hält man das Paraffin für fertig, es wird mit Wasser gewaschen, zeigt sich dann rein, wasserklar und ist sofort in Gebrauch zu nehmen.

Mit Wachs, Stearin und Wallrath läßt sich das Paraffin sehr leicht zusammenschmelzen, man wird dieses jedoch schwerlich thun, weil nämlich Wachs und Wallrath theurer sind; ein geringer Stearinzusatz ist nicht nachtheilig, kann auch keine Verfälschung genannt werden; Zusammenschmelzen mit Talg und Schweineschmalz gelingt auch, eine offenbar grobe Verfälschung, allein eine solche, die sich an dem Uebelthäter sogleich selbst straft. Talg und Fett werden beim Erkalten der geschmolzenen Stoffe

ausgeschieden, so daß sie theils an die Oberfläche treten und die gegossenen Kerzen unansehnlich machen, theils lassen sich beim Drucke zwischen den Fingern diese Substanzen ausscheiden.

Paraffin ist unter den harten Leuchtmaterialien äußerlich dem Wallrath am ähnlichsten, geht man von dieser Beschränkung ab, will man es nicht mit Wachs und Talg vergleichen, so giebt es allerdings noch etwas Besseres, nämlich den Kampfer, dieser ist für das Auge dem Paraffin so vollkommen gleich, daß man zwei Stücke der beiden Körper nicht von einander würde unterscheiden können, wenn man nicht die andern Sinne zu Hülfe nähme. Der Geruch allerdings entscheidet hier sogleich, auch das Gefühl wird vom Kampfer anders angesprochen als vom Paraffin, dieses ist viel härter, deshalb eignet dasselbe sich auch so gut wie Wachs zu Kerzen und sieht viel schöner aus als dieses, da man seine Durchsichtigkeit und seine schöne Weiße bewundern muß, nicht vollkommen gereinigtes hat die etwas schmutzige und grünliche Weiße des gebleichten Wachses und kann leicht mit diesem verwechselt werden, wenn es in Kerzenform ist.

Die Kerzen werden gegossen wie die Stearin- und die Wachskerzen. Da Paraffin sich aber beim Erkalten viel mehr zusammenzieht, als selbst das Stearin, so hat das Gießen gewisse Schwierigkeiten, namentlich darf man das heiße Paraffin nicht in kalte Formen bringen, sondern die Formen müssen 60 Grad warm gehalten, so gefüllt und einige Zeit in dieser Temperatur belassen werden. Dann, wenn alle Luftblasen entwichen sind, taucht man die Formen plötzlich in kaltes Wasser, wodurch die Erstarrung sofort und ganz gleichmäßig bewerkstelligt wird, auch die Kerzen sich ganz leicht aus den Formen lösen. Die geflochtenen baumwollenen Dochte tränkt man in einer Lösung von Borsäure, welches zur Folge hat, daß die Dochte vollständig zu Asche verglimmen, nicht Kohle ansetzen, also das Putzen unnöthig machen.

Creosot. C_7H_4O.

Zu den vielen Kohlenwasserstoffverbindungen im Theer gesellt sich auch eine solche Verbindung, in welche Sauerstoff eingeht, es ist das Kreosot, das nach der oben angegebenen Formel zusammengesetzt ist, welches Pelouze aber in $C_{28}H_{16}O_4$ verwandelt, zwar dasselbe wie die einfachere Formel, jedoch zum Vergleiche mit andern ähnlichen Verbindungen und namentlich zu den weiteren Vereinigungen mit Brom oder Chlor besser dienend, wo dann die einfachen Zahlen nicht mehr ausreichen.

Das Kreosot ist eine in ihren Mischungen mit den, zum Leuchten benutzten Oelen höchst nachtheilige Substanz; sie hat einen durchdringenden, sehr üblen Geruch und theilt ihn den Oelen, z. B. dem Photogen mit, die Oele werden dadurch geneigt Sauerstoff aufzunehmen und damit braun zu werden. Der Docht, welcher in solchen Oelen brennt, verharzt, wird dicht, hat nicht mehr die nöthige Lockerheit, nicht die Haarröhrenzwischenräume, das Oel tritt also nicht in genügender Menge zu der Flamme und diese wird rauchend, russend, das Schlimmste, was man einer Flamme nachsagen kann.

Das Kreosot hat aber auch sehr gute Eigenschaften, wegen deren es der Mühe lohnt dasselbe zu gewinnen, so versucht man es von dort, wo es höchst nachtheilig wirkt zu entfernen und dahin zu bringen, wo es nutzbar werden kann.

Die erste Reinigung der Theeröle wird mit Aetzkali vorgenommen. In der Lösung dieses Alkalis ist neben anderen Unreinigkeiten das Kreosot vorhanden. Man kann sich sehr leicht davon und von der Menge, in der es vorhanden ist, überzeugen, wenn man ein noch nicht gereinigtes Theeröl mit zehn Procent einer starken Aetzkalilauge versetzt (auf neun Theile Oel ein Theil Lauge), stark und anhaltend beides mit einander schüttelt und dann die Mischung in einen gut getheilten Cylinder gießt.

Nach einiger Ruhe sondern sich drei Schichten deutlich von einander ab, die unterste derselben ist reine Kalilauge, die mittlere enthält das Kreosot, ist braun und schwerflüssig wie Syrup, die oberste Schicht ist das von diesem Bestandtheile gereinigte ätherische Oel.

Da man eine graduirte Röhre hatte, so ist sofort zu sehen wie sich die Gemengtheile zu einander verhalten; so übel das Steinkohlentheeröl riecht, hat es doch den geringsten Gehalt von Kreosot, nämlich 8 bis 10 Procent. Das Torf- und das Braunkohlentheeröl enthält dagegen 15 bis 20 Procent davon, es ist daher von großer Wichtigkeit dasselbe auszuscheiden, da das sogenannte doppelt gereinigte Photogen noch 5 Procent enthält und schon diese so nachtheilig wirken.

Um das Kreosot im Großen darzustellen bedient man sich nicht irgend eines der Theeröle, sondern des Abgangs davon, der es eben enthält. Die Aetzkalilauge, mit der die Theeröle gewaschen werden, gießt man mit der Säure zusammen, welche zur zweiten Reinigung des Oels diente. Die Schwefelsäure und die Kalilauge ergreifen sich gegenseitig und geben das gelöst gewesene Kreosot frei, es scheidet sich dasselbe als ein rothbraunes Oel ab, welches nun zwar sehr unrein und mit ähnlichen Stoffen vermischt ist, die auch aus dem Theeröl durch die Säuren oder Alkalien aufgenommen werden; aus dieser braunen Substanz kann man aber Kreosot

durch Destillation erhalten und hat es dann als einen gelblichen, leichtflüssigen Körper von unglaublich durchdringendem Geruch, so weit gereinigt, daß es zu allen Anwendungen, außer zu medicinischen, vollkommen gut zu brauchen ist. Zu letzterem Behufe muß die Behandlung des gewonnenen Kreosots mit Kali und mit Schwefelsäure nochmals wiederholt werden, bis es sich in seiner Kaliverbindung zum Kochen erhitzt, nicht mehr braun färbt, hierauf wird das Kreosot vom Kali durch Schwefelsäure abgeschieden, mit Wasser gewaschen und dann destillirt, nur so lange als dasselbe noch völlig ungefärbt übergeht.

Abgesehen von seinen medicinischen Eigenschaften, welche vorzugsweise fäulnißwidrig sind, also Knochenfraß, Stocken der Zähne u. a. hemmen, wird das Kreosot auch technisch angewendet. Was z. B. das Räuchern durch Holzessig oder durch einen Decoct von Glanzruß bewirkt, ist nur das dabei vorhandene Kreosot, so wie die gewöhnliche Art des Räucherns im eigentlichen Holzrauch gleichfalls darauf beruht. Kreosot dringt wegen seiner Schärfe und Flüchtigkeit sehr leicht und tief in das Fleisch ein, nur darf man das Salzen oder Pökeln nicht vergessen (was allerdings keine Hausfrau und kein Fleischer thun wird, was jedoch einem Chemiker, der über die fäulnißwidrige Kraft des Kreosots Versuche anstellen wollte, leicht begegnen könnte). Wird das aufzubewahrende Fleisch nämlich nicht gesalzen, so wird es mumificirt, und es scheint jetzt eine ausgemachte Sache, daß die Trocknung der Leichen der alten Aegypter vor allen Dingen durch brenzliche (kreosotreiche) Holzsäure eingeleitet und vollendet wurde. Mit solcher Holzsäure benetztes und von der Luft getrocknetes und wiederholt benetztes Fleisch schrumpft unter dieser Behandlung immer mehr zusammen, wird zuletzt holzig, inwendig braunschwarz und ganz trocken und hält sich nun, selbst ganz frei an der Luft und in jeder Temperatur, viele Jahre, wird von Fäulniß, von Schimmel, von Insekten nicht angegriffen.

Es ist begreiflich, daß diese Eigenschaften die Aufmerksamkeit der Techniker auf sich zogen, und daß man z. B. versuchte Holz zum Schiffbau oder zu Balkenlagen in den Parterren der Häuser oder zu den Kellern, die man der Kostenersparniß wegen nicht wölbte, durch Kreosot zu conserviren. Es ist dieses auch vollkommen gelungen, und das jetzt als das beste anerkannte Verfahren ist folgendes.

Man mischt Kreosot mit concentrirter Kalilauge und setzt des letzteren so viel zu dem Kreosot, daß eine Probe davon mit Wasser verdünnt, nicht mehr milchig wird, daß also das Wasser kein Kreosot mehr ausscheidet. Mit solcher Lösung wird nun das gut lufttrockene Holz wiederholt bestrichen. Nachdem dieses zur Genüge geschehen, wird diese Lösung gegen das Ausspülen durch Wasser befestigt, indem man das Holz mit einer Auflösung

von Eisenvitriol bestreicht. Dieses verbindet sich mit dem Kali (die Schwefelsäure des Salzes) und das Kreosot wird dadurch frei und dringt in die Holzfaser.

So zubereitetes Holz hat sich, zu Schwellen der Eisenbahnen verwendet, unverändert viele Jahre gehalten.

Auch das Tauwerk der Schiffe wird in ähnlicher Weise behandelt und dies macht das unangenehme Theeren überflüssig. Man tränkt das Tauwerk zuerst mit Leimwasser, nach dem Trocknen bringt man es in ein Decoct von Gerberlohe, dadurch wird der Leim, so tief er in das Tauwerk gedrungen ist, in Leder verwandelt. Nunmehr wird das Kreosot in einer Auflösung eins der leichten Theeröle angewendet und so behandelte Taue haben sich völlig unverwüstlich gezeigt.

Feste Verbrennungsprodukte.

Es giebt gewisse technische Gewerbe, zu denen man Kohle von ganz besonderer Beschaffenheit braucht, so zur Klärung von Zuckersaft, zur Reinigung des Alkohols von Fuselöl u. a. m. Hierzu wendet man gewöhnlich thierische Kohle an, über welche wir das Erforderliche sagen werden, an dieser Stelle aber handelt es sich noch um eigentliche Pflanzenkohle, und um diese in geeigneter Weise zu erzielen, so wie dieselbe z. B. zur Zeichenkohle, zur Pulverfabrikation ꝛc. gebraucht wird, hat man noch eigene Veranstaltungen.

Die sonstmals sehr gebräuchliche Verkohlungsweise war die in gemauerten Cylindern von etwa vier Fuß Tiefe und drei Fuß Durchmesser, welche ganz in der Erde befindlich, von oben durch einen Blechdeckel geschlossen, von unten aber durch eine oder mehrere Oeffnungen, hinsichtlich des Verlaufs der Verbrennung geregelt werden konnten.

Man setzte gut getrocknetes, von der Rinde befreites Astholz von Kastanien, Pappeln, Haseln oder vom Faulbaum, in fußlange Stücke geschnitten, aufrecht und dicht geschlossen in solchen Cylinder ein, so daß noch ein Theil des Holzes über den obersten Rand hinaus ragte. Unten ward nunmehr Feuer angelegt und so geregelt, daß es überall ziemlich gleichzeitig faßte und sich eben so gleichmäßig aufwärts verbreitete. Sobald der Brand die unterste Schicht ganz und die mittelste halb verzehrt hatte, war natürlich die Holzladung des Cylinders so weit herab gesunken, daß man oben etwas zulegen konnte, es ward also noch eine Schicht fußlangen Holzes aufgesetzt und sobald dieses im Brand und bis zur Höhe der Cylindermauer

niedergesunken war, deckte man einen großen eisernen Deckel darauf, welcher mit Lehm gut lutirt wurde, eben so verschloß man die Zuglöcher und überließ den Satz nunmehr sich selbst, welcher durch die einmal vorhandene Erhitzung des Holzes und der Mauermasse weiter verkohlte und dann nach und nach verkühlte, was etwa in drei bis vier Tagen geschah.

Wenn nach der Abkühlung der Cylinder geöffnet wurde, so brachte man den Inhalt zum Sortiren in einen trockenen Raum, in welchem die zu stark calcinirten, die mit Asche bedeckten Kohlen, ferner die nicht genügend verkohlten abgesondert und die gut befundenen sogleich zur Verarbeitung gebracht wurden. Auf diese Weise aber erhielt man, selbst bei der sorgsamsten Lese, nie ein tadelfreies Material und es wird auch nur noch in Frankreich und England so verfahren, wo diese Fabrikzweige keiner gehörigen Aufsicht unterliegen.

Die viel bessere Einrichtung und diejenige welche allein eine ganz gleichmäßige Kohle liefert, weil sich der Gang der Verkohlung auf das genaueste beobachten und regeln läßt, ist folgende:

In einem aus Gemäuer aufgeführten und lang gestreckten Ofen liegen paarweise Cylinder von Gußeisen neben einander, jedes Paar einen Ofen für sich in Anspruch nehmend. Fig. 413 zeigt einen Längendurchschnitt eines Cylinders und des Feuerganges, die nächste Figur zeigt einen Querdurchschnitt durch die zwei Cylinder und den dazu gehörigen Ofen.

Fig. 412.

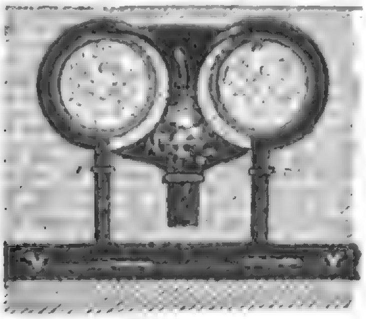
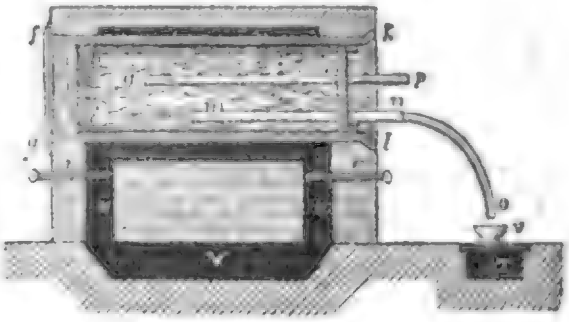


Fig. 413.



Die Cylinder sind ungefähr eine Klafter lang und haben einen Querdurchmesser von zwei Fuß. Auf der Rückseite fg sind sie durch einen Deckel geschlossen, zwischen dessen beiden Platten Luft befindlich, welche als schlechter Wärmeleiter die Abkühlung der Rückseite hindert, woselbst die Flamme des Ofens nicht wirkt. Auf der Vorderseite ist der Cylinder in ähnlicher Weise geschlossen, allein vier lange Röhren pqmn von Sturzblech, von beiden Seiten offen, gehen an verschiedenen Stellen durch den Deckel, drei derselben dienen zur Prüfung der Verkohlung, die vierte unterste mn mit einem gekrümmten Ansatzrohr no versehen, dient zur Ableitung der Gase und zur Verdichtung der Dämpfe, kl ist eine eben solche Verdoppelung des Bodens auf der Vorderseite, wie fg auf der Rückseite.

Fig. 412 zeigt den Querdurchschnitt und zeigt wie die Feuerung zwischen beiden Cylindern CC über dem Roste d angebracht ist, zeigt wie die Flamme sich oberhalb der Cylinder zu theilen gezwungen ist und wie die Pfeile, rechts und links, verläuft, dann in den Canälen r und r′ abwärts zieht und in den größeren, allen Oefen gemeinschaftlichen Canal VV ergießt.

Wie in Fig. 412 der Letztere den Pfeilen nach verläuft, so ist derselbe Canal mit demselben Buchstaben V bezeichnet auch in Fig. 413 zu sehn, aber in seinem Querdurchschnitt, denn quer läuft er unter allen Oefen und quer unter allen darin liegenden Retorten hinweg, schließlich am Ende des Ofens ist ein hoher Rauchfang angebracht, der anfangs etwas geheizt wird, um einen raschen aufwärts steigenden Luftstrom zu bewirken, späterhin wenn die Wände des Schornsteins erwärmt sind, ergiebt sich der genügende Zug von selbst.

Zur Kohle für das Schießpulver nimmt man in Deutschland durchgängig Zweige des Faulbaums oder der Hasel, Letztere eignen sich wegen ihres schlanken Wuchses ganz besonders zum Besetzen der Cylinder, allein da das Faulbaumholz viel besser ist, so nimmt man in Preußen auch dieses ganz ausschließlich zur Pulverfabrikation. Die Aeste, selten dicker als ein Daumen und wenn ja, so immer in zwei oder vier Theile gespalten, um der gleichzeitigen Verkohlung willen (dickere Stücke würden längere Zeit brauchen, indessen würden die schwächeren zu Asche werden). Die Aeste werden jederzeit vorher geschält und sorgfältig getrocknet, dann werden sie in Büschel von Faschinenform gebunden und in den Cylinder gebracht, alle Fugen werden gut lutirt, in die Blechröhren werden grade Stöcke gebracht, um an ihnen die Verkohlung, das Garwerden beobachten zu können (deshalb sind deren dreie vorhanden); im Uebrigen werden sie durch Thonstöpsel luftdicht geschlossen, so daß nur aus dem vierten Rohre immer Gase entweichen können. Unter diesem steht ein Trichter v über einem allen Oefen und Retorten gemeinschaftlichen Canal T, welcher unter dem Boden verläuft und bestimmt ist die verdichteten Dämpfe aufzunehmen und nach einem großen Behälter zu führen, wo die Produkte dieser Verdichtung aufgesammelt werden.

Das geeigneteste Material zur Erhitzung der Cylinder ist der Torf, er giebt eine mäßige und gleich bleibende Wärme. Die Entwickelung der Gase und Dämpfe durch die Röhre mno beginnt bei einem guten Betrieb nicht vor vier bis fünf Stunden, von da an aber ist eine ununterbrochene Aufmerksamkeit auf den Verlauf der Verkohlung unerläßlich und hierzu dienen die Röhren, in denen Stäbe von dem zu verkohlenden Holze stecken; man zieht dieselben von Zeit zu Zeit heraus und sieht, ob sie überall gleichmäßig

gebräunt, geschwärzt, in Gluth versetzt worden und regelt das Feuer so, daß da, wo sich ein Mangel ergiebt, dasselbe verstärkt wird und da verringert, wo etwa die Verkohlung zu rasch vor sich schreitet.

Nach etwa 10 bis 12 Stunden — natürlich kommt dies auf die Größe der Gefäße und auf die Stärke des Feuers an, welches mäßig zu halten von Wichtigkeit ist — hören die Dämpfe auf sich stark gefärbt (anfänglich gelb, dann grau) zu zeigen, nun schließt man die Züge für den Rauch und die heiße Luft, Fig. 413, durch Schieber r, r′; das Feuer erstickt sogleich und nach abermals 12 Stunden sind die Gefäße weit genug abgekühlt, um geleert zu werden.

Diese Kohle, in der Regel 40 von 100 des eingesetzten Holzgewichts, ist ganz gleichmäßig gebrannt, nicht schwarz, sondern dunkelbraun, braucht nicht sortirt zu werden, sondern gestattet die Verwendung im Ganzen, ohne allen Aufenthalt. Allein auch hier sind noch Unterschiede, nicht sowohl in der Kohle, als in der Verkohlung, in der Fabrikation. Das Pulver für die Büchsen der Jäger und für die Zündnadelgewehre fordert eine andere Kohle als das Pulver für die sogenannten Comißgewehre und dieses wider eine andere als das Kanonenpulver. Für das letztere bereitet man die Kohle mit eben so viel Sorgfalt, als für das erstere, allein die Verkohlung wird für das Kanonenpulver bis zur Schwärze, für das Komißpulver bis zu Dunkelbräune getrieben und für das Büchsen- oder Pirschpulver nur bis zu dem Grade, dessen Produkt man mit den Namen Rothkohle belegt. Dieses letztere zu Kanonenpulver zu verwenden, würde unzweckmäßig sein, weil das Pulver dadurch brüchig wird, was demselben bei der Anwendung im Großen einen Theil seines Werthes nimmt, für die Jagd- und Standgewehre kommt dieser Fehler nicht in Betracht und wird durch außerordentliche Entzündlichkeit aufgewogen.

Torfverkohlung.

Pflanzenstoffe, welche die Erde noch jetzt immer wieder erzeugt, finden wir noch über die Oberfläche der Erde verbreitet, an manchen Orten in hundert Fuß dicken Schichten, an andern wieder in geringeren Lagern bis zu einem Klafter herab. Es ist eine Pflanze, welche den Torf bildet, das Sphagnum palustre, welches seine Hauptthätigkeit unter der Erde in mächtiger, weit verbreiteter Wurzelbildung übt, im Winter abgestorben liegt, im nächsten Frühjahr sich aber über sein eigenes Niveau erhebt und

wieder Wurzeln schlägt, zu denen die vorjährigen einen Theil der Nahrung herzugeben scheinen.

Der Torf füllt mitunter ganze Thäler an und er wächst so schnell, daß in der Zeit eines Menschenalters zwei Dörfer an verschiedenen Punkten eines Thales gelegen, die sich früher gegenseitig gesehen haben, durch den zwischen ihnen sich Jahr für Jahr erhebenden Hügel vor einander verborgen werden. Es liegt also auf der Hand, dieses Brennmaterial, sobald man dessen Werth einmal kennt, zu brauchen, zu benutzen, besonders wo es an Holz mangelt; nun aber tritt der Umstand ein, daß zu sehr vielen Arbeiten der Torf nicht brauchbar ist wegen der Beimischungen, welche er enthält und die auf die zu erhitzenden Gegenstände — z. B. zu schmiedendes Eisen — nachtheilig wirken. Da ist man denn auf den glücklichen Gedanken gekommen, den Torf zu verkohlen; man verfährt damit fast eben so wie bei der Verkohlung des Holzes und da man den Torf viel dichter setzen kann (weil er viereckig ist), als das Holz, das immer rund genommen wird (niemand wendet gespaltenes oder Kloben, sondern immer nur Astholz an), so hat man die Verkohlung noch viel mehr in seiner Gewalt, man kann nämlich aus den viereckigen Stücken sich die Luftzugänge, die Züge, die Zu- und Abgangsröhren sehr bequem und so setzen, wie man dieselben für zweckmäßig hält. Daher läßt sich der Torf auch gut und eigentlich mit geringerem Verluste als Holz, in Meilern verkohlen, aber eben so gut baut man Oefen dazu, die sich dann von denen für das Holz beinahe in Nichts unterscheiden.

Fig. 414.

Beabsichtigt man jedoch die Nebenbestandtheile, Torftheer, Holzessig &c. nicht aufzufangen, so hat der Ofen eine etwas veränderte Einrichtung, welche Fig. 414 zeigt.

Wir sehen einen cylindrisch gemauerten, mit einem Kugelgewölbe

Digitized by Google

gedeckten Raum, in welchen man durch die Pforte A gelangen kann. Rundum befinden sich Canäle, welche durch die ganze Mauer gehen bb, was dazu dient die erforderliche Luft zuzuführen. Sie können sämmtlich durch Thonstöpsel geschlossen werden. In diesen großen gewölbten Raum wird der Torf eingesetzt, bis der ganze Bau damit erfüllt ist, dann wird die Oeffnung, durch welche man in den Ofen gelangt, trocken vermauert und vor die äußere Oeffnung eine gewöhliche eiserne Thür gesetzt.

Der Raum, welcher hier schwarz geblieben, ist leer, d. h. er ist mit Luft gefüllt und diese schützt gegen die Abkühlung besser als das Gemäuer, denn sie ist ein schlechterer Wärmeleiter als dieses. Um die Hitze im Innern möglichst vollständig zusammen zu halten, macht man das Mauerwerk, welches hier konisch zuläufk, gewöhnlich doppelt und baut den Ofen von anderthalb Stein, läßt nun einen Zwischenraum von einem Fuß und umgiebt ihn dann mit einen Mantel von einer Ziegeldicke. Aeußere und innere Mauer sind häufig durch Riegel mit einander verbunden, so daß sie sich gegenseitig stützen.

Bis hierher wäre alles ganz zweckmäßig, nun kommt aber das Thörichte. Der Maurer hat etwas von Wärmeleitung und von guten und schlechten Wärmeleitern gehört, er sondert deshalb die Mauertheile von einander ab und füllt die Zwischenräume mit einem schlechten Wärmeleiter. Statt aber ohne alle Mühe sich desjenigen zu bedienen, der sich ihm mit Gewalt aufdrängt, der Luft nämlich — der schlechteste von allen Wärmeleitern — wirft er diesen Gast als ungebeten zum Hause hinaus und ersetzt ihn durch einen schlechteren Wärmeleiter, er füllt die leeren Räume mit Sand und Thon an und stampft beides zwischen den Umfassungsmauern fest.

Nun ist es grade so als habe er nicht künstlich zwei Mauern aufgeführt, sondern als hätte er alles in eins gezogen, es ist auch nicht einmal eine Ersparniß dabei, denn die beiden Mauern und ihre hundertfältigen Verbindungen neben einander aufzuführen, kostet an Arbeitslohn so viel mehr als die zusammenhängende dicke Mauer, wie sie unser Bild zeigt, daß dadurch und durch die Kosten der Füllung mit Lehm gewiß aufgewogen wird, was man an Material erspart. Das Leerlassen der Zwischenräume ist das einzig Zweckmäßige. Man könnte sagen, obschon die Luft wirklich ein schlechter Wärmeleiter sei, so setze sie doch der Wärmestrahlung kein Hinderniß in den Weg. Dies ist allerdings wahr und kommt es darauf an, diese Wärmestrahlung zu beseitigen, so würde Luft nicht das geeignetste Mittel sein, bei zwei Mauern aber von mehr als Fußdicke kommt es darauf nicht an, dies könnte nur bei Metallen, z. B. bei eisernen Häusern, der Fall sein, die man deßhalb auch dreifach (mit zwei Zwischenräumen in jeder Wand) zu machen pflegt. Die feste Mauer des innersten Raums giebt an

die äußere durch Strahlung so wenig ab, daß von einer fühlbaren Erwärmung außen gar keine Rede sein kann. Soll aber dennoch irgend etwas zwischen die beiden Mauern gebracht werden, so muß es ein ganz lockerer Körper sein, wie z. B. Asche, aber nur geschüttet, nicht gestampft, jede Zusammendrückung vermehrt die Leitungsfähigkeit. Es ist auch mit den eisernen Geldschränken so, welche ihre Feuerfestigkeit nur dem nicht leitenden Körper verdanken, welcher zwischen der äußeren und innern Eisenmasse liegt. Dieses ist Asche, je lockerer sie liegt, desto sicherer entspricht sie ihrem Zwecke, je fester sie zusammengedrückt wird, ein desto besserer Leiter wird sie.

Der gedachten Gründe wegen pflegt man die Bauten so auszuführen, wie unsere Zeichnung angiebt, aber man sucht wohl darin ein Ersparniß, daß man den ganzen Ofen in die Erde setzt, am liebsten an dem Abhange eines Hügels, so daß man von einer Seite bequem zu der Sohle des Ofens gelangen kann, ist dieses des ebenen Terrains wegen nicht möglich und will man den Ofen doch in die Erde senken, so muß man rund um für Luftcanäle sorgen, welche die nöthige Nahrung von oben her zu dem Feuer führen. In diesem Falle wird der Ofen durch die Oeffnung in der Kuppel beschickt und es bleibt da in der Mitte ein Canal frei, welcher ganz so behandelt wird wie der Quendel beim Meiler.

Eine der ersten Torfbrennereien in Deutschland wurde in Bayreuth im Jahre 1831 errichtet und sie hat treffliche Resultate geliefert. Die Kohle des guten, festen Torfes ist in jeder Hinsicht der Holzkohle an Werth gleich und hat auch so viel Heizkraft wie diese, wenn man das Gewicht der Asche abzieht. Holzkohle giebt 4 Procent Asche, Torfkohle 13, man muß also 109 Pfund Torfkohle haben, um den Effect von 100 Pfund Holzkohle zu erzielen. Der in dieser Fabrik zu Bayreuth erzielte Torftheer zeigte eine merkwürdige durchdringende Kraft, er wurde auf eine Thüre von anderthalb Zoll dickem Föhrenholz gestrichen, drang bis auf die andere Seite und machte das Holz so durchscheinend, daß, als es von der Sonne beschienen wurde, es aussah wie ein Bogen rothen, ölgetränkten Papiers. Dieser Torftheer schützt in einer überraschenden Weise das Holz gegen Verwesung, wahrscheinlich aus demselben Grunde, warum Holz in Torflagern, obschon immerfort naß, doch nicht in Verwesung übergeht, die Humussäure schützt dagegen.

Steinkohlen und Coaks.

In der Erdrinde eingeschlossen, in mehr oder minder Tiefe befinden sich ausgebreitete Kohlenlager, welche man ihres Vorkommens und ihrer Härte wegen Steinkohlen nennt. Beinahe die ganze Erdoberfläche ist damit versehen, überall wo die üppige Vegetation vergangener Jahrtausende durch eine jener Katastrophen, denen die Erde ihre jetzige Gestaltung dankt, untergegangen und mit Erde, Sand, Kalk bedeckt worden ist, findet man solche Lager und die Industrie der neueren Zeit hat es verstanden, diese unterirdischen Schätze zu erschließen und in ihrem Nutzen zu verwenden.

Nun tritt ein Uebelstand ein bei der Steinkohle, welcher ihre Benutzung in manchen Fällen gradezu verbietet. Sie enthält Stoffe, welche auf die zu bearbeitenden Substanzen schädlich wirken, worunter der Schwefel ganz besonders vorwaltet. Da ist man denn auf den glücklichen Gedanken gekommen, die Kohlen zu verkohlen. Aus Steinkohlen werden Coaks gemacht, indem man dieselben in verschlossenem Raume und bei mangelhaftem, dürftigem Zutritt der Luft verkohlt.

Dies geschieht entweder in Meilern, ganz wie bei der Holzverkohlung oder in Oefen, allein da das Material doch von dem Holze sehr verschieden ist, so wird einiges darin anders sein müssen und zwar hauptsächlich bei der Verkohlung in Meilern.

Auf einem Platze von den nöthigen Dimensionen, mehrere Meiler darauf brennend erhalten zu können, ohne zu sehr von der Hitze zwischen ihnen behelligt zu werden, erbaut man aus Ziegeln und Lehm so viel fünf Fuß hohe Schornsteine als man Meiler haben will. Die Rauchfänge sind aber so eingerichtet, daß sie von allen vier Seiten viele Lücken haben durch ausgesparte Steine. Diese Lücken sind bestimmt den von allen Seiten zudringenden Qualm aufzunehmen und in den gemeinschaftlichen Abzugscanal, den niederen Schornstein zu führen.

Um denselben werden die Steinkohlen aufgehäuft. Man legt gern zunächst des Rauchfangs die größeren Stücke und man legt sie zu unterst auch so, daß strahlenförmig nach allen Richtungen, von dem Rauchfang als Mittelpunkt ausgehend, sich Gassen bilden, welche aus der Peripherie die Luft nach der Mitte gelangen lassen.

Ist dieses geschehen, so bildet man einen möglichst regelmäßig gerundeten Haufen, welcher eine sehr geneigte Böschung hat, damit bei der Veränderung der Form (die eine ganz andere ist als bei der Verkohlung des Holzes) die darauf zu deckende Erde und Asche nicht herabgleite.

Nach dem Ausbau des Meilers wird derselbe reichlich mit Erde und, wenn man sie hat, mit Rasen bedeckt und zwar noch sorgfältiger als bei einem Holzhaufen alles geschlossen gehalten.

Der Meiler wird durch eine bedeutende Masse glühender Kohlen, welche man in den Rauchfang schüttet, angezündet, indem diese sich durch die hauptsächlich ganz unten geräumig gelassenen Oeffnungen des Mauerwerks nach außen hin verbreiten. Es entsteht natürlich durch die Canäle ein starker Zug, der die Kohlen und das dabei befindliche Steinkohlenklein anfacht und das Feuer den großen Massen mittheilt. Wenn die Gluth, die man zuerst anwandte, einigermaßen genügend war, so steht bald die ganze Umgebung des Rauchfangs im Brande und das zeigt sich an den furchtbar dicken Rauchwolken, die daraus hervorbrechen und die bald klafterhohen Flammen Platz machen.

Wenn diese Flammen etwas klarer werden, so ist es Zeit mit großen kegelförmigen Schüreisen Löcher in die Decke zu stoßen um das Feuer seitwärts zu ziehn, dazu muß jedoch der Rauchfang selbst zugedeckt werden, was mit einer eisernen Platte geschieht, die man auch sogleich mit Erde beschüttet.

Alles Uebrige wird nun ruhig weiter betrieben, wie bei jedem andern Meiler, da jedoch die Masse nicht schwindet, sondern sich bedeutend aufbläht, so muß man rundum feuchte Erde in genügender Menge aufgehäuft haben, um die dadurch entstehenden Risse sofort zu verschütten. Man fährt nun mit dem Bedecken der vorhandenen Oeffnungen und dem Einschlagen neuer fort, bis ungefähr nach vier bis fünf Tagen der Meiler auch in dem äußersten Umkreise zu brennen beginnt. Nun allerdings läßt man denselben nicht unter Luftzutritt ausbrennen, sondern man deckt alle Oeffnungen vollständig zu. Die Gluth im Innern ist nun groß genug um die Verkohlung zu beenden, die Dämpfe quellen mit Macht aus allen, auch den kleinsten Oeffnungen, der ganze Meiler qualmt.

Mit Schaufeln, mit Gießkannen, mit Eimern begießt man den Meiler um ihn zu dichten und so zu ersticken. Zwei Tage nach dem Verlöschen kann man den Coaks herausziehn, sie sind zwar noch dunkelroth, allein da man ihnen nicht Zug giebt (welchen Coaks um zu brennen durchaus fordern), so flammen sie bei Anbrechen des Meilers nicht auf. Sie werden in eiserne Karren gezogen und in diesen mit Wasser begossen und nach ihren Aufbewahrungsorten gebracht.

Eben so wie man Holz und Torf in geschlossenen Oefen verkohlt, kann man dies auch mit Steinkohlen thun und man bedient sich sogar ganz solcher Veranstaltungen, wie zu den oben gedachten Materialien, die Beschickung nur ist anders. Betrachten wir die S. 409 gegebene Figur noch-

mals, so bemerken wir eine Oeffnung unten bei A und eine andere bei d. Der gewölbte Raum wird so weit als möglich durch die Thür A gefüllt, jedoch nur einmal in seinem Leben, denn von da an wo er angeheizt worden, bis dahin wo er zusammen zu fallen droht, kann niemand mehr ihn betreten. Der Rest des Ofens wird von d aus gefüllt, aber nicht weiter als bis zum Beginn des Gewölbes, damit die Steinkohle Platz habe sich als Coaks auszudehnen. Durch die Thüre A bringt man das erste Feuer ein und die rundum offenen Zuglöcher geben der Luft hinlänglichen Zutritt um die Verkohlung einzuleiten und zu beenden, man ist bei Coaks ohnedies nicht so besorgt als bei Holz, weil sie sich nicht so leicht verzehren. Sobald die Flammen, welche in großen Massen dem Rauche folgen, nach und nach sich rauchfreier zeigen, werden alle unteren Oeffnungen geschlossen, nur der Schlot bleibt offen. Der Brand dauert vierundzwanzig Stunden, wenn die Masse eingesetzter Steinkohlen nicht viel über 40 Centner beträgt. Nunmehr pflegt man aber den Schlot noch 12 Stunden offen zu lassen, um den noch brennbaren Gasen Zeit zum Entweichen, respective Verbrennen zu geben, die Kohlen haben sich dabei aufgelockert und so erhoben, daß sie beinahe das ganze Gewölbe ausfüllen: man deckt eine eiserne Tafel auf die Oeffnung, beschüttet sie mit Erde und läßt den Ofen so zugedeckt zwölf Stunden lang stehn.

Hierauf wird die Pforte A geöffnet, welche von jetzt ab keinen andern Zweck hat als die Coaks heraus zu ziehn. Diese sind natürlich noch glühend und werden in diesem Zustande, grade wie aus dem Meiler, auf eiserne Wagen gezogen und mit Wasser gelöscht.

Hat man dieses Geschäft in möglichster Schnelligkeit beendet, so wird die Thüre geschlossen und mit Erde verschüttet, die obere Oeffnung d wird aber von der Erde befreit und es wird der Deckel weggezogen, natürlich nicht mit den Händen, sondern mit ein paar Zangen.

Gewöhnlich führt über die Oeffnung des Ofens hinweg eine Eisenbahn, um so mehr als man in der Regel bei Coaksbrennereien sechs und mehr solcher Oefen dicht neben einander hat, so daß ein jeder ein Theil des nächst benachbarten ist, eine Wand mit ihm gemeinschaftlich hat. Auf diese Bahn bringt man nunmehr schnell hinter einander eiserne Wagen mit Steinkohlen gefüllt, welche über die Oeffnung d haltend, durch eine Falle im Boden ihren Inhalt ausschütten, der nun in den glühenden Schlund fällt. Die Mauern sind so durchglüht, daß sie die Steinkohlen sofort in Flammen setzen würden, wenn nicht alle Luftlöcher unten auf das Genaueste geschlossen wären, doch hat man mit der Füllung immer Eile nöthig und wenn ein jeder Wagen 4 Centner enthält und zehn Wagen hinter einander in zehn Minuten ihren Inhalt in den großen glühenden Schlund leeren,

so wird es nur um so besser für die Arbeiter sein, welche doch noch immer die spitz auffallenden Kohlen nach den Seiten hin stoßen müssen, um dieselben mehr mit den Wänden in Berührung zu bringen.

Indessen ist bereits unten die Kohlenmasse sehr erhitzt und erweicht, sie dampft und qualmt zur großen Belästigung der Arbeiter, es fehlt nichts als Zutritt von Luft. Diesen gewährt man, indem man die unterste Reihe der Oeffnungen, welche dazu dienen Luft zuzuführen, von ihren Stöpseln befreit, in wenig Minuten brennt der Haufen und die dicken, qualmenden Rauchmassen entweichen aus dem Schlot, durch welchen man vorher den Ofen beschickte.

Die Figur 414 zeigt uns im Kreise umherlaufende Luftlöcher. Wenn mehrere Oefen neben einander stehn, so werden sie viereckig gebaut, darin sind auch nur bedingungsweise rundum Luftlöcher, gewöhnlich befinden sie sich nur an den zwei Seiten, an die sich nicht benachbarte Ofen lehnen, also auf derjenigen, wo die Thüre ist und dieser grade gegenüber. Allein wenn man die Oefen größer macht als oben gesagt, wie es denn häufig deren giebt, die das Vierfache aufnehmen, so genügt der Luftzutritt von zwei Seiten nicht, an den Stellen wo die Oeffnungen sind, wird die Kohle zu stark angegriffen, an den beiden andern Seiten verbrennt sie nicht vollständig.

Um diesen Uebelstand zu beseitigen, läßt man in der Mauer, welche je zwei Oefen von einander trennt, vier Canäle ganz durchgehn, so daß man an diesen Stellen glaubt durch den Ofen hindurch sehn zu können, indeß man nur durch eine lange Mauer sieht, zu deren beiden Seiten Oefen stehen. Diese Canäle geben abwechselnd dem einen und dem andern Ofen Luft, indem aus diesen Canälen ganz kurze Röhren in den Ofenraum selbst führen. Abwechselnd, das heißt nicht, es geht aus solchem Canal ein kurzes Rohr in den Ofen rechts und dann ein anderes in den Ofen links ꝛc., dies würde die Sache ganz unpractisch machen, man würde keinen der Oefen abgesondert regieren können, immer erhielten zwei gleichzeitig Luft, oder es würde dieselbe gleichzeitig von beiden abgesperrt. Abwechselnd heißt, aus dem untersten Canal gehen zehn oder zwanzig Luftlöcher, so viel der Baumeister für nöthig hält, nach dem Ofen links, aus dem zweiten Canal gehen gleich viel Oeffnungen nach dem Ofen rechts, aus dem dritten gehen wieder alle links u. s. w.

Nunmehr hat der Heizer es in seiner Gewalt die Luft für einen jeden Ofen beliebig zu mäßigen, abzusperren oder voll zutreten zu lassen, ohne daß gleichzeitig der benachbarte davon berührt würde, und dies ist besonders bei einer Reihe neben einander liegender Oefen nöthig, weil man sie absichtlich nicht auf gleicher Höhe des Brandes hält, sondern sie immer vier bis sechs

Stunden auseinander stehend läßt, in der Gahre, weil man so die Arbeit des Leerens und Füllens immer betreiben kann in der Zeit in welcher der nächste Ofen seine Abkühlung beendet.

Die Coaks haben die Gestalt der Kohlen, aus denen sie entstanden, gänzlich verloren. Eine so compacte und doch zugleich von so vielen Harzen, Schwefel, Gasarten 2c. durchdrungene Masse wie die Steinkohle ist, er weicht zuerst bei der Erhitzung. Nun kommt die Zersetzung, die Gasbildung. Das sich entwickelnde Gas findet eine weiche Masse, aus der es zuvörderst nicht entflieht, sondern die es blasig auftreibt, dann platzen die Blasen, die Masse sinkt zusammen, wird wieder aufgetrieben und so erhält die Kohle durch das Glühen eine so vollständig unregelmäßige Form und ein so von der Steinkohle verschiedenes Ansehn, daß der Unkundige gar nicht glauben würde, er habe in den Coaks nichts weiter als ein Produkt der Abschwelung der Steinkohlen vor sich.

Wenn man Holz in einem Meiler oder einem Ofen verkohlt, so kann man nicht nur die ganze Form des angewendet gewesenen Stückes Holz erkennen, man kann sogar die Holzart noch bestimmen, ob es Eichen, Birken, Erlen gewesen, ja, wenn es Föhrenholz war, so erkennt man noch ganz deutlich die Jahresringe an den abwechselnd glänzenden und matten Kreisen, welche die harzreicheren und harzärmeren Stellen bezeichnen. Hiervon ist bei den Coaks durchaus nicht die Rede. Man sieht keine Spur des früheren Gefüges, die Kohle möge eine derbe oder eine Glanzkohle oder eine Bätterkohle gewesen sein, sie möge aus großen oder kleinen Stücken bestanden haben, oder endlich man möge das sogenannte Steinkohlenklein angewendet haben, gleichviel, die Coaks bilden eine bleigraue, matt aussehende, nicht glänzende, schaumig erstarrte Masse, deren größere oder geringere Dichtigkeit von der Art ihrer Gewinnung abhängt.

Ganz so wie bei der Holzkohle nämlich, kann man die Verbrennungsprodukte verloren geben, in die Atmosphäre streichen lassen, wie es in der Nähe großer Eisenbahnstationen sehr zur Belästigung der Anwohner geschieht, oder man kann eben diese Producte auffangen und verwerthen. Die wenigsten Leute können rechnen, ja nur zählen, sonst würden nicht so gewaltig viele Schnitzer gemacht werden. Die Wahrscheinlichkeitsrechnung liegt nun vollends im Argen. Ein Schriftsteller giebt ein Buch heraus und sagt, in Deutschland wohnen 40 Millionen Menschen, wenn von diesen nur je der 40ste ein Exemplar nimmt, so brauche ich eine Auflage von einer Million — ja wenn! — er hat allerdings Recht, aber er hat die andere Seite des Verhältnisses vergessen, es kann ja auch lauten, wenn von diesen Millionen nur der Millionte ein Exemplar nimmt, so brauche ich 40 Stück!

So geht es auch mit vielen anderen Dingen. Wir wollen die Beispiele nicht häufen, wir wollen nur das uns zunächst liegende nehmen. Die Bahnhöfe in der Nähe einer großen Stadt liegen alle vor den Thoren, die Coaksbrennereien liegen zwei bis dreitausend Schritt davon auf freiem Felde, wo sie Niemand belästigen. Hätten die Herren rechnen können, welche diese Coaksöfen anlegten, so würden sie noch fünftausend Schritt weiter gegangen sein, denn sie würden sich gesagt haben, von 1816 bis 1836 ist die Stadt Berlin von 160000 Einwohnern auf 250000 gewachsen, sie wird also in zehn und zwanzig Jahren noch weiter wachsen und wäre das glückliche Jahr der Freiheit 1848, mit welchem die freie Bewegung, die Freizügigkeit, die Gewerbefreiheit u. s. w. aufhörte, nicht gewesen, so hätte Berlin jetzt nicht eine halbe Million Einwohner, sondern noch um die Hälfte mehr.

Die Herren haben aber nicht rechnen können, haben die Vermehrung der Einwohner und die Ausdehnung der Stadt nicht im Auge gehabt und so ist ihnen Berlin nachgerückt und so werden ganze große Stadtviertel durch die qualmenden Coaksöfen auf die schrecklichste Weise belästigt und es wird nöthig werden, die Oefen zu verlegen, wenn man nicht vorziehen sollte, die Produkte, welche zum Schaden des Producenten verloren gehen, zu verwerthen.

Unter diesen Produkten ist ein sehr werthvolles, der Steinkohlentheer, aus welchem ein ätherisches Oel destillirt, Paraffin, zu den vortrefflichsten Kerzen abgeschieden wird und schließlich ein asphaltartiges Pech übrig bleibt, wie es zu den künstlichen Steinmassen, mit denen man die Trottoirs belegt, nicht besser gewünscht werden kann.

An Orten, in denen die Gasbeleuchtung schon seit langer Zeit Wurzel geschlagen und sich ausgebreitet hat, ist eine zweckmäßige Verwandlung der Coaksöfen zu diesem Behufe kaum anzunehmen, kaum vorauszusetzen, denn die Anstalten zur Erzeugung des Gases sind durch die Nothwendigkeit darauf angewiesen, den Theer von den übrigen brennbaren Substanzen abzuscheiden und gewöhnlich ist derselbe in einer, den Bedarf vollständig deckenden Menge vorhanden, es läßt sich demnach kaum denken, daß die Directionen der Eisenbahnen für die Bahnhöfe in Berlin, Leipzig, Dresden u. s. w. Einrichtungen treffen werden, welche zur Aufsammlung der Stoffe (deren Werth im Laufe der Zeit Millionen von Thalern beträgt), die bis jetzt ungenutzt verloren gingen, treffen werden.

Wo aber solche Gasanstalten nicht vorhanden sind und wo man seinen Vortheil wenigstens so weit versteht, um Werthvolles nicht wegzuwerfen, verfährt man anders. Am Anfange dieses Jahrhunderts hatte ein Naturforscher London besucht und bei Erblickung der schwarzen Wolken, die über

der mächtigen Stadt lagerten und deren Decke nur durch einen Sturm zerrissen, oder durch einen tüchtigen Regen herniedergespült wird, gesagt — wie verschwenderisch diese Menschen sind — da schweben Millionen Thaler in der Luft und werden in alle Winde geführt.

In jener Zeit gab es auch noch Goldmacher, gab es noch Leute, welche den untergegangenen Orden der goldmachenden Rosenkreuzer in dem höchsten Grade des Freimaurerordens finden wollten, der aber immer nur einen Vertreter in jedem Lande hatte, welcher „der Vertraute Salomonis“ hieß; einer dieser Gläubigen, der selbst viele Versuche gemacht hatte, Gold darzustellen, aber immer wieder zu seiner frühesten Weise, dasselbe zu gewinnen, zurückgekehrt war, aus Kupfer und mittelst des Stahles in Form des Grabstichels, der durch die Erfindung der Aquatintamanier bekannte Kupferstecher, Professor Jügel — in allem ein ganz vernünftiger, praktischer Mann, der wie Hamlet „sehr wohl einen Kirchthurm von einem Laternenpfahl unterscheiden konnte und nur verrückt war, wenn der Wind aus Nordnordwest blies.“ — Diese Windrichtung war die Goldmacherkunst und er war unerschöpflich, wenn er auf dieses Thema kam und so war ihm der Ausspruch jenes Gelehrten, daß da Millionen in alle Winde zögen, ein Beweis, daß man aus jenem schwarzen Rauch Gold machen könne und er hat viel darin verlaborirt, auch das Gold, welches er aus den Platten gezogen, welche das königliche Schloß und aus derjenigen, welche das Schauspielhaus darstellen — er wollte durchaus Gold ziehen aus Steinkohlenrauch. —

Hätte Mirza Schaffi uns damals schon seine reizenden Lieder gesungen, so würde ihm der Verfasser zugerufen haben:

„Schweife nicht in die Fernen,
Um Nahes zu finden,
Greife nicht nach den Sternen
Um ein Licht anzuzünden.“

so aber mußte er sich begnügen, darauf hinzuweisen, daß jene schwarzen Londoner Wolken so gut wie jede einem Schornstein entsteigende Rauchsäule nur unverbranntes Heizmaterial sei. Berthier, welcher jene Bemerkung gemacht und mit ihm Collier, thaten etwas Besseres, sie bemühten sich Rauch verzehrende Oefen zu construiren und im Laufe der verwichenen 30 Jahre ist es nach und nach so weit gekommen, daß wenn man will, kein Schornstein mehr Rauch aussendet und man wenigstens 20 Procent an Brennmaterial spart; allerdings gehen bis jetzt nur die wenigsten Maschinenbauer und Dampfmaschinen-Besitzer ꝛc. auf diese sichtlichen Verbesserungen ein; dies aber hat man doch schon gewonnen, daß wenigstens an den Orten, wo man des Steinkohlentheeres bedarf, die Coaksbrennereien nicht

mehr so verschwenderisch und so unzweckmäßig geleitet werden; man vercoakt die Kohlen im verschlossenen Raum und gewinnt den Theer und die übrigen Zersetzungsprodukte, wenn man auch die Leuchtgase noch unbenutzt entweichen läßt.

Ein solcher geschlossener Coaksofen ist ganz dem gleich, welchen wir in Fig. 408 dargestellt sehen. Das Rohr h dient um die Dünste aller Art abzuleiten. Die Verbrennung geht langsamer vor sich, die Kohle wird compakter und an dem Ausgangspunkte des Rauches h wird gesammelt was von den entweichenden Gasarten condensirbar ist, nämlich der Theer nebst allen seinen ätherischen Oelen, das Ammoniakwasser und zum Theil auch einiger Schwefel.

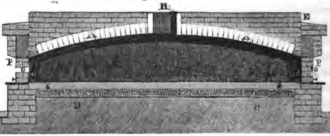
Bei den Steinkohlen giebt es Abfall in einer unglaublichen Menge, man nannte denselben Steinkohlenklein, er war eine Last, deren man sich nicht zu entledigen wußte — nachgerade haben Schmiede und sonstige Feuerarbeiter die geniale Wahrnehmung gemacht, daß sie die großen Steinkohlenstücke ja erst in Kohlenklein verwandeln müßten, um sie anzuwenden; Niemand kann ein Kubikfuß Steinkohlen auf sein Feuer legen, er muß denselben tausendfältig zerschlagen — die Schmiede kauften also das Steinkohlenklein billiger als die größeren Massen und es begann eine Art von Verwerthung dieses Abganges; endlich aber als man bemerkte, daß die Steinkohlen vor dem Verbrennen sich erweichten und daß die Coaks ganz andere Gestalt haben als die eingesetzten Kohlen, kam man darauf, auch diesen Abgang in Coaks zu verwandeln, und so geschieht dies jetzt in vielen Fällen fast ausschließlich. In England, wo man die Steinkohle zu Schiffe nach den Verbrauchsplätzen versendet, sehen die Capitains der Fahrzeuge mit großer Genauigkeit darauf, daß ihre Ladung nur aus großen Stücken bestehe. Während der Fahrt sind die Matrosen mit dem Zerschlagen derselben beschäftigt und Mac Calloch hat in seinem Dictionary of Commerce etc. nachgewiesen, daß die Schiffer außer der Fracht genau noch den ganzen Werth der Steinkohlen bezahlt erhalten, indem sie aus jedem hundert Scheffel in großen Stücken, zweihundert Scheffel in kleinen Stücken machen.

Die Abfälle der Steinkohlengruben wuchsen zu Bergen an und man mußte, um sie zu vertilgen, sie auf offenem Felde verbrennen, wodurch der entsetzliche Qualm nicht nur belästigte, sondern unendlichen Schaden verursachte und zu unendlichen Prozessen führte.

Jetzt sind die Bergwerksbesitzer vernünftiger geworden. Was der Schiffsherr nicht annehmen will, weil er daran nicht genug gewinnen kann durch den Betrug mit dem Zerschlagen — das vercoakt der Bergmann auf seinem Grund und Boden und versendet es als Coaks. Die Oefen, in

denen dies geschieht, sind ganz niedrig, wie Fig. 415 zeigt. Von der Sohle bis zur Decke A beträgt die Höhe 2½ bis 4 Fuß. Die Sohle ss ist oval, vier Klafter oder 24 Fuß lang und halb so breit; sie ist von Thon geschlagen, ruht auf Mauerwerk und dieses auf Schutt DD, welches fest gestopft ist. Die Widerlager bb müssen natürlich stark genug sein, um ein so flaches Gewölbe mit Leichtigkeit zu tragen, da sie aber nur einen Klafter hoch aus der Erde hervorsehn und das Gewölbe in der Hälfte ihrer Höhe aufliegt, so ist die Schwierigkeit nicht so sehr groß.

Fig. 415.



Die mit Lehm aus Ziegelsteinen gewölbte Decke ist von dem Pfeiler EP bis nach der anderen Seite hin, mit aufgeschütteter Erde oder mit Sand bedeckt.

Auf beiden schmalen Seiten sind die Pforten PP, welche von der Sohle bis an das Gewölbe reichen, sie dienen dazu, das Steinkohlenklein einzubringen; dd sind vorgesetzte trockene Mauern und o sind Oeffnungen in denselben, wodurch der Gang der Verkohlung betrachtet werden kann und wodurch man mittelst fester, langer, eiserner Krücken die erweichten Steinkohlenmassen einigermaßen bewegen kann. Die schwarzen dicken Striche an dem unteren Theile der Pforten deuten die Luftkanäle an.

Das Steinkohlenklein, der Grus wird benetzt eingebracht und höchstens zehn Zoll hoch auf der Sohle gegeben, ausgebreitet, dann wird dasselbe von den beiden Pforten her gleichzeitig angezündet (wenn die Feuerung zum ersten Male stattfindet, sonst thut der heiße Ofen das Erforderliche) und nun werden die Pforten geschlossen und nur geringer Luftzug gestattet, um das Feuer weiter zu verbreiten. Es entwickeln sich unter Einwirkung des Wasserdampfes eine reichliche Menge Gase, es entweicht Schwefel als dichter gelber Qualm aus der Oeffnung H im Dom des Gewölbes. Der Zug wird dabei so gering gemacht, daß er nur eben die Dämpfe wegzuführen im Stande ist. Nach ungefähr zwei Stunden ist das Wasser entwichen und die nunmehr in viel größerer Menge auftretenden brennbaren Gase entzünden sich plötzlich mit einem Schlage, der für die Sicherheit des Baues

besorgt macht, der jedoch in der Regel gefahrlos vorübergeht, nur müssen in diesem Stadium die Arbeiter sehr auf ihrer Hut sein, die Entzündung der Gase ist mit einem solchen Druck von innen nach außen verbunden, daß Klafter lange, heftig wirkende Stichflammen aus allen Oeffnungen schießen.

Die Erscheinung währt indessen kaum zwei Sekunden lang, so geht alles wieder den vorgeschriebenen Gang; zu den Seitenöffnungen strömt die Luft ein, oben steigt eine hohe Rauchsäule heraus. Nunmehr muß man die Zuglöcher vergrößern oder mehrere öffnen, oder endlich die beiden Thüren einige Zoll hoch aufziehen, denn der Rauch deutet an, daß die entweichenden Gase nicht genug Luft haben, nicht genug Sauerstoff finden, um mit demselben zu verbrennen.

So wie dessen genug vorhanden ist, mischen sich in den Rauch braune, dunkelrothe Flammen; im Laufe einer Stunde etwa wird der Rauch immer dünner und die Flammen werden immer heller, jetzt hat sich die Gluth über die ganze Kohlenmasse verbreitet, sie beginnt zu spalten, breite Risse zu bekommen und man wartet noch eine halbe oder ganze Stunde, je nach der Menge der eingesetzten Kohlen, bis die Sprünge in der hart werdenden Masse sich bis auf die Sohle des Ofens fortgesetzt haben.

Dies ist der Zeitpunkt, in welchem man den ferneren Zutritt der Luft abschneiden muß. Alle Fugen werden sorgsam verstrichen, die Gluth ist groß genug, um die Verkohlung der ganzen, aufgeschütteten Masse zu vollenden, d. h. um die noch darin vorhandenen Gase auszutreiben. Aus Mangel an Sauerstoff brennen sie natürlich nicht, so lange sie innerhalb des Gewölbes sind, allein sie flammen hoch auf, so wie sie austreten. Da aber im Innern die Gluth durch die mangelnde Flamme nicht vermehrt wird, so wird auch mit der sich verringernden Temperatur, welche bis zur Weißglühhitze gestiegen war und die nun auf gelb, auf hellroth, auf gluthroth herabsinkt — die Gasentwicklung geringer und es tritt ein Zeitpunkt ein, in welchem die Flamme beinahe erstirbt. Nun ist es Zeit, die Operation zu unterbrechen, da nämlich sich Gase nicht mehr in genügender Menge entwickeln, so erhält sich das Gleichgewicht zwischen dem Luftdruck von außen und dem im Innern stattfindenden viel geringeren, nur durch die hohe Temperatur der Gase. Noch eine kurze Zeit, so würde diese immer mehr, und schließlich so weit sinken, daß die kältere, schwerere atmosphärische Luft von außen eindringen und den Ofen abkühlen würde. Man beobachtet also diesen Zeitpunkt sorgfältig und sobald die Flammen sich beträchtlich vermindern, beginnt man durch eine Eisenplatte die Oeffnung H immer mehr zu verengern und wenn die Flammen aufhören, verschließt man dieselbe gänzlich.

Nunmehr beeilt man sich aber auch die Kohlen aus dem Ofen zu ziehen, denn man will die Gluth des Ofens, nachdem er ausgeleert worden, noch benutzen, um die neue Ladung zu entzünden. Die beiden Pforten werden geöffnet (indeß der Schloot sorgfältig geschlossen und mit Erde bedeckt bleibt), mit langen Brechstangen werden die, in eine Masse zusammengeschmolzenen Kohlen aufgebrochen und zerstückelt, eben solche Haken und Harken von Eisen dienen dazu, um die durch ihre vielen Klüftungen leicht zerbrechliche Masse aus dem Ofen zu ziehen, wo sie auf eiserne Karren kommt, mit Wasser begossen und fortgeführt werden. Sobald dieses Ausbrechen geschehen, wird der Ofen von neuem besetzt; Karren von Eisen mit niedrigen Rädern versehen, werden hineingeschoben, mit dem Kohlenklein beladen, eine Ladung kommt neben die andere lauter kleine Kegel bildend. Die Arbeiter sind nun bedacht, diese Kegel zu verflachen, ihre Spitzen durch lange Krücken in die zwischenliegenden Thalvertiefungen zu stoßen und so alles in der Mitte zu ebnen, während die Zufuhr von beiden Seiten noch immer fortdauert. Unterdessen beginnt aber die Erhitzung schon und ohne daß man das Steinkohlenklein benetzt hätte, würde es sehr bald in Brand stehen; man beeilt sich darum mit der Füllung und von da, wo diese vollendet ist, bis zu dem Augenblick, wo die zweite vollendet ist, darf der ganze Erhitzungsprozeß, der Brand, die Löschung, die Ausräumung und die Wiederbesetzung nicht volle 24 Stunden betragen.

Die Coaks, welche man auf diese Art erhält, sind keineswegs völlig frei von Gas und auch nicht von Schwefel; dies ergiebt sich leicht daraus, daß die Wasserdämpfe, welche sich beim Begießen der glühenden Kohlen (was unerläßlich ist, um sie zu löschen und um nicht gar zu großen Verlust zu erleiden) in Menge entwickeln, stark nach Schwefelwasserstoff riechen, dieser Umstand und die sehr kurze Zeit, welche sie im Feuer sind, erklärt die merkwürdige Thatsache, daß diese Art der Coakserzeugung die allervortheilhafteste ist. Von 100 Pfund trocknem Kohlenklein erhält man beinahe 70 Pfund Coaks, ja bei geringer Aufmerksamkeit und schlechter Leitung der Arbeit noch immer zwischen 60 und 65 Pfund, indeß in Oefen oder in Meilern verkohlte Steinkohlen nie mehr als 45 Pfund, selten mehr als 40 geben. Die Gase sind nicht vollständig vertrieben, es ist noch etwas Schwefel darin; sie mögen darum vielleicht zur Bearbeitung feiner Stahlwaaren nicht geeignet sein, zum Heizen von allen möglichen Apparaten, von dem eisernen Stubenofen bis zu Dampfmaschine und Locomotiven, sind sie jedoch unübertrefflich, weil sie viel dichter sind als andere Coaks. Demnächst gewähren sie den Vortheil der Mehrausbeute über alle anderen Methoden.

Wo das Steinkohlenklein nicht in solchen Mengen auftritt, wie bei den

Kohlenminen, kann man natürlich nicht Coaksbrennereien anlegen, um dasselbe zu verwerthen, wie z. B. an den Stellen, wo Kohlen verladen oder aufgespeichert werden, da ist dann eine Benutzung eingeführt worden, welche dieses Material gleichfalls zu verwerthen gestattet, welche jedoch auch nur in einem Lande geübt werden kann, in welchen der Theer beinahe keinen Werth hat, wie in Rußland, dessen ausgedehnte Waldungen den vereinzelt lebenden Bauern erlauben, mit dem Holze nach eigenem Belieben zu wirthschaften.

Man zerkleinert nämlich das Steinkohlenklein noch etwas mehr als es bereits von selbst verkleinert ist; man mahlt es unter großen Walzen und bringt es mit Theer in großen Kesseln zusammen, so daß bei derjenigen Temperatur, welche beinahe ein freiwilliges Entzünden befürchten läßt (Entzünden, ohne daß man mit einer Flamme den Dämpfen zu nahe kommt) so viel Steinkohlenstaub zum Theer gemischt wird, daß man mit einer großen Rührstange das dicke Material kaum mehr bewegen kann.

Dann werden aus demselben gewissermaßen Ziegel gestrichen von etwa zwei Zoll Breite, einen Zoll Höhe und einem Fuß Länge. Es geschieht dies, indem man in ein großes eisernes Gitter, genau so abgetheilt, daß Stücke der gedachten Art sich in den einzelnen Abtheilungen formen, die Theer- und Kohlenstaubmasse drückt und preßt und sie dann erkalten läßt, worauf sie durch eben dieses Abkühlen schon hart sind, mit der Zeit an der Luft trocknend, aber auch noch eine Art Haut bekommen, welche gestattet, daß man sie anfaßt, ohne sich gerade zu beschmutzen, was im ganz frischen Zustande immer geschehen würde. Es ist dieses das sogenannte Carbolein was eine Zeit lang in Rußland, wo es erfunden wurde, Aufsehen machte, was auch wirklich ein treffliches Brennmaterial ist, dem besten Candel Coal vorzuziehen, wenn es nur nicht theurer wäre als diese, sollte sie auch direct als Fracht, nicht als Ballast hergebracht werden.

Wir würden hier das Carbolein des theuren Theeres wegen gar nicht machen können, wir wissen aber auch den Abfall von Steinkohlen bestens zu verwerthen, auf die oben angegebene Weise, oder auch, indem man damit die Dampfkessel stehender Maschinen heizt, nur muß man nicht das Steinkohlenklein auf das Feuer bringen, denn dadurch wird dasselbe ausgelöscht, sondern das Feuer auf das Steinkohlengrus.

Die Verkohlung der Braunkohle ist gleichfalls versucht worden, doch wurde sie dabei so zerreiblich, daß sie in kleine Stücke zerfällt und daß sie, wenn wirklich einige Stücke ganz aus dem Ofen kommen, doch des Transportes durchaus nicht fähig sind, sondern sich geradezu selbst pulvern.

Knochenkohle. Thierische Kohle.

Eine für die Technik höchst wichtig gewordene Kohle ist diejenige, welche man unter einem der beiden oben angeführten Namen kennt. Die Kohle überhaupt, und die thierische Kohle insbesondere, hat so wichtige, reinigende, chemische Eigenschaften, daß man ihrer jetzt nicht mehr entbehren kann; überall, wo es das eigentliche Raffiniren, sei es des Alkohols oder des Zuckers, oder anderer Substanzen gilt. Die Bereitung dieser thierischen Kohle ist daher eine lohnende Unternehmung geworden, welche besonders in der Nähe großer Städte wie Berlin, Wien, Paris mit Vortheil eingegangen wird, indem man daselbst das erforderliche Material leicht und in hinlänglicher Menge erhält, indessen mittlere oder kleine Städte nicht so viel davon produciren — von den Knochen nämlich, die man dazu verwendet. Wenn in einem Städtchen einen Tag um den anderen ein Ochse geschlachtet, wenn täglich ein Kalb oder ein Schaf geschlachtet, und während des Winters durchschnittlich für jede Haushaltung ein Schwein consumirt wird, so ist dies kein Gegenstand, der eine Fabrik von Knochenkohlen erhalten kann. Aus gleichem Grunde lohnt eine solche Anlage auch nicht in den großen und größten Städten des Südens, weil man dort vielmehr von vegetabilischer als von animalischer Nahrung lebt.

Jenes Gesindel, welches durch Prostitution von Stufe zu Stufe herabgesunken ist, bis zu derjenigen, wo es selbst für den rohesten Menschen, der in seinen schlimmen Augenblicken nichts vor dem Thiere voraus hat, als den aufrechten Gang — ein Ekel, ein Abscheu geworden ist — jenes Gesindel, welches in seiner Jugend in Sammet und Seide prangte, sich mit Zunahme der Jahre und Abnahme der Schönheit in immer einfachere Stoffe, und zuletzt in solche hüllt, die von dem Bettler verschmäht, fortgeworfen werden — jenes Gesindel recrutirt immerfort eine Klasse von Geschöpfen, die in Constantinopel durch zahlreiche Hunde, in Indien durch Aasgeier ersetzt werden. Auf dieser Stufe angekommen, wird jenes Gesindel wieder zu nützlichen Mitgliedern der menschlichen Gesellschaft. In allen großen, sehr zahlreich bewohnten Städten giebt es alte Weiber, welche wie jene Geier, das angenehme Geschäft üben, die Rinnen der Straßen nach Knochen und anderen Abgängen des Haushalts zu durchsuchen. Diese respectable Klasse von Menschen, die Knochensammlerinnen durchstreichen Abends und Morgens alle Straßen und suchen mit den Händen oder mit kleinen Hacken die Rinnsteine überhaupt, aber ganz besonders die Ausgußstellen durch, um die Knochen und sonstige Abfälle, auch Stücke von

Scheuerlappen und andere Lumpen, auch wohl silberne und zinnerne Löffel daraus sich anzueignen.

Sie machen sich in der Zwischenzeit, von einer Sammlung zur andern, zwischen Morgen und Abend ein Geschäft aus dem Waschen der gefundenen Gewebe, sortiren dieselben und übergeben sie dann dem Lumpenhändler; die Knochen aber trocknen sie aus und bringen sie dem Knochenhändler, welcher wieder Lieferant der Fabriken thierischer Kohle ist.

Welche Summe von Knochen eine große Stadt liefert, möge das, in Hinsicht auf Fleischconsumtion, ziemlich bescheidene Paris zeigen. Man verspeist pro Person durchschnittlich in Berlin noch einmal so viel Fleisch als in Paris; in Hamburg, in London natürlich noch viel mehr.

Durchschnittlich werden jährlich in Paris geschlachtet:

105000	Mastochsen im Gewicht	von	600	Pfd.	62000000	Pfd.
15000	Kühe	=	420	=	6200000	=
110000	Kälber	=	90	=	9900000	=
498021	Hammel	=	40	=	19920840	=
65000	Schweine	=	200	=	13000000	=
518	Lämmer und Ziegen	=	28	=	14504	=
	dazu kommen noch gefallen:					
15000	Pferde	=	200	=	3000000	=
				in Summa	117135344	Pfd.

wobei bemerkt werden muß, daß immer nur das ausgeschlachtete Thier nach Abzug seines Fettes, seines Blutes und seiner Eingeweide gerechnet ist; ein guter Mastochse wiegt leichtlich 12000 Pfd., aber er ist nur auf 600 Pfd. angeschlagen, weil beinahe eben so viel als an Fleisch, in dem Körper vorhanden ist an Eingeweiden und deren Füllung u. s. w.

Von diesen 117 Millionen Pfund kann man vollständig ein Fünftheil auf die Knochen rechnen und wird mithin in Paris circa 24 Millionen Pfund Knochen erhalten können, das Wild und das Geflügel, sowie große und kleine Fische, die doch auch feste Substanzen hinterlassen, sind gar nicht berücksichtigt; man darf mithin die 24 Millionen Pfund als wirklich auffindbare Knochen rechnen, wenn man die aller anderen Thiere als natürlichen Abgang nicht rechnet, nicht mit in Anschlag bringt.

Bei einer solchen Fülle von Material läßt sich wohl eine Anlage von Bedeutung machen und es fehlt in großen Städten daran auch in der Regel nicht, falls man nicht indolent genug ist, diese werthvollen Stoffe in das Ausland, z. B. nach England zu schicken, wohin leider alljährlich hunderte von Schiffsladungen gehen.

Die Knochen unterliegen einer Scheidung in drei verschiedene Abtheilungen. Die großen, röhrenförmigen Stücke verwendet man nach Entfer-

nung der beiderseitigen Knorpel zur Verarbeitung für Drechsler und Elfenbeinarbeiter, die Tastaturen unserer schönsten Flügel und Piano's sind von Rinderknochen, die Messerhefte aus Elfenbein sind von den viel zarteren Knochen der Hirsche und Rehe.

Ferner unterscheidet man frische oder fette, und trockene Knochen. Alle diejenigen, welche aus den Schlachthäusern und den Haushaltungen kommen, werden zuvörderst ausgekocht, um ihnen das Fett zu entziehen, welches neun bis zehn Procent ihres Gewichts beträgt, und woraus unsere schönsten Stearinkerzen und Toilettenseifen gemacht werden.

Diese gekochten Knochen sortirt man noch je nachdem man Leim und Gelatine oder thierische Kohle daraus machen will. Das erstere geschieht durch Auskochen in papinischen Töpfen, das letztere durch Brennen im verschlossenen Raum.

Die dritte Sorte ist die der trockenen Knochen, welche schon einige Zeit an der Luft gelegen und so das Wasser verloren haben, welches im frischen Zustande in bedeutender Menge in ihnen enthalten ist.

Diese Knochen werden so wie sie sind zur Verkohlung angewendet, denn sie geben beim Auskochen kein Fett mehr. In früheren Zeiten glaubte man durch das Trocknen an der Luft sei das Fett verdunstet; dies ist ein Irrthum, sie haben gerade so viel Fett als im frischen Zustande. Allein, nachdem das Wasser, welches in der Kalksubstanz vorhanden war, verflüchtigt worden, ist das Fett in seine Stelle getreten und dieses hat sich mit dem porösen Kalk so innig verbunden, daß es durch bloßes Kochen nicht daraus befreit werden kann. Dieses schadet aber für die Bereitung thierischer Kohle durchaus nicht: denn Fett besteht zum größten Theil aus Kohle und diese will man ja haben.

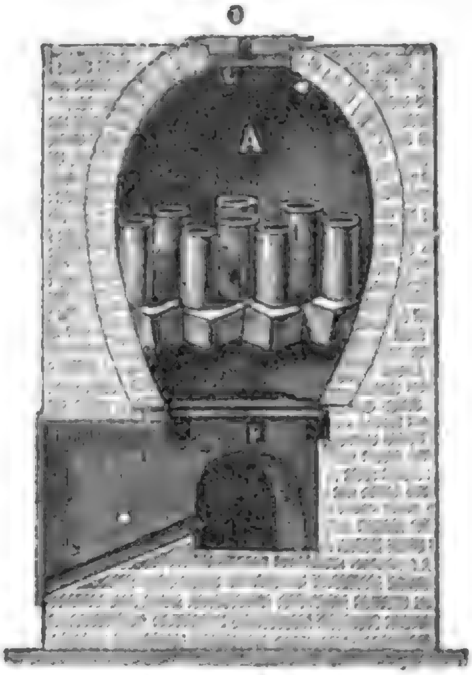
Die ausgekochten Knochen läßt man lufttrocken werden und dann sind sie, sowie die bereits trocken eingebrachten, zur Verkochung fertig.

Die gewöhnliche Methode der Verkohlung war folgende. Man hatte eine Menge eiserner Töpfe meistens von 1 Fuß Durchmesser und 1¼ Fuß Höhe, welche so gestaltet waren, daß ein jeder dem anderen als Deckel dienen konnte. Man füllte nun diese Töpfe mit zerschlagenen, trockenen oder getrockneten Knochen an und stellte deren stets fünf auf einander, so daß der zweite zum Deckel des untersten wird u. s. w., nur der oberste Topf bedarf eines besonderen Verschlusses. Ein Ofen, wie er hierzu gebraucht wird, hat mindestens 9 Fuß innere Höhe. Man macht aber die Verkohlungsgefäße auch von Steingut (wie die Selterswasserkrüge) und dann stellt man die Töpfe nicht über-, sondern neben einander: um dieselbe wird der Ofen minder hoch gewölbt.

Die Fig. 416 zeigt die letztgedachte Anordnung. In A sieht man die

Wölbung des Ofens, in welchem die cylindrischen Thongefäße zur Aufnahme der Knochen stehen. Hier haben sie doppelt so viel Höhe als Breite; jeder einzelne Topf muß oben flach sein, so daß man einen ebenen Deckel darauf legen kann, denn die Flamme soll nicht hinein dringen, es sollen nur die brennenden Gase daraus verjagt werden durch die Erhitzung, welche vom Roste F ausgeht, auf den die Feuerung zu liegen kommt und von welchem sie durch die Zwischenräume des Bodens, auf dem die Töpfe stehn, emporschlägt. Der Deckel O dient um den Gang des Feuers zu regeln, ausgezogen werden die Töpfe durch eine Seitenthür.

Fig. 416.



Sind so oder anders die Töpfe, von denen im letzten Falle jeder seinen besonderen Verschluß hat, eingesetzt, so beginnt man den Ofen zu heizen, bis die Töpfe roth glühen. Diese Temperatur muß nun sechs bis acht Stunden lang erhalten werden, allein von da, wo die Töpfe glühen bis zum Ende der Operation, wird dieses mit einem sehr mäßigen Aufwande von Brennmaterial bewerkstelligt, indem die aus den Gefäßen entweichenden Dämpfe selbst lebhaft brennen und die fernere Erhitzung so reichlich erhalten, daß eine Zufuhr von anderweitigem Brennstoff kaum mehr nöthig ist.

Sobald die Töpfe selbst zu brennen aufhören, zieht man dieselben aus dem Ofen und setzt sofort andere ein um Holz zu sparen, welches in Menge aufgewendet werden müßte, wenn man den Ofen erkalten ließe und jedesmal bei einem neuen Satz die Verkohlungsgefäße von Anfang wieder heizen wollte.

Zu noch größerer Ersparniß an Material und an Arbeitskräften, pflegt man gern zwei Oefen zu koppeln, mit einander zu verbinden, so daß der eine im vollen Brande befindliche, seine überflüssige Hitze an den benachbarten, nicht so hoch temperirten, abgebe, und ferner, daß die Arbeitskräfte, welche ruhen müßten von da wo der Ofen im vollen Brande ist, bis dahin wo man sein Produkt für vollendet hält, in eben dieser Zeit gebraucht werden zur Entleerung und Füllung des benachbarten Ofens.

Auf solche Weise erhält man eine stets sich gleich bleibende Kohle, indessen bei Verarbeitung der Knochen in einem Ofen nicht selten Ungleichheiten vorkommen, welche den Werth der erzielten Knochenkohle sehr zweifelhaft machen. Sind die Knochen unvollkommen verkohlt, so enthalten sie noch nicht zerstörte organische Substanzen, welche theils die vollkommene

Klärung und Entfärbung der hindurchgegangenen Flüssigkeiten verhindern, theils aber aufgelöst werden, verunreinigend wirken, die Substanzen färben und übelriechend machen, statt sie zu klären und zu reinigen. Eben so ist die zu stark gebrannte Knochenkohle unbrauchbar, sie ist zu dicht geworden, bietet weniger Oberfläche dar als gut gebrannte. Hier ist große Umsicht und Erfahrung nöthig. Der in den Knochen enthaltene phosphorsaure Kalk sintert bei einer die Verkohlungshitze übersteigenden Temperatur zusammen, und verdichtet die Kohle und verschließt die Zugänge zu ihr; bei einer noch weiter gehenden Hitze würde er zu schmelzen beginnen und die Gefäße oder Töpfe aus Gußeisen sehr angreifen.

Ist die Operation beendet, so läßt man die aus dem Ofen gezogenen Töpfe erkalten, nimmt dann die Knochenkohlen heraus und zerkleinert sie jedoch nur gröblich und so viel als möglich verhindernd, daß sich Kohlenpulver bildet, denn dieses ist bei weitem nicht so wirksam als bröcklige Kohle.

Um ein solches theilweises Pulverisiren zu verhindern, läßt man die gebrannten Knochen zwischen Walzen zerkleinern, welche gereifelt sind und so stehen, daß die Erhöhungen der einen Walze immer mit den Vertiefungen der anderen correspondiren. Man hat in großen Fabriken sechs Paare solcher Walzen, deren einzelne in jedem folgenden Paare näher an einander stehen, wo die zuerst gröblich zerknickten Stücke weiter zerkleinern, bis sie endlich aus den letzten Walzen in der erforderlichen Feinheit und Körnung hervorgehen. Ist die Fabrik von Knochenkohlen jedoch nur von geringem Umfange, so kommt man mit einem Paar Walzen aus, die dann zuerst die gröbste Arbeit verrichten, hierauf näher an einander gestellt werden, um die feinere, und immer näher, um zuletzt die allerfeinste Körnung zu betreiben. Natürlich fordert dieselbe Quantität verkohlter Knochen bei einem Paar Walzen sechsmal so viel Zeit, als wenn man sechs Walzen hinter einander stehen hätte, davon jede folgende ein für allemal regelrecht gestellt, das Produkt des vorher in Arbeit gewesenen Paares aufnimmt.

Es fällt auch bei dieser besten Zerkleinerungsweise sehr viel Staub ab. Dieser muß durch ein Sieb entfernt werden, dazu bedient man sich eines sehr langen (20—24 Fuß) sechsseitigen Prismas, welches in vier Abtheilungen mit metallischen Geweben, (Toile metallique) mit Drahtgaze überzogen ist; die erste Abtheilung enthält die feinsten, jede folgende Abtheilung eine gröbere Nummer. Das Prisma steht schräge, oben fällt die zerkleinerte Kohle ein, unten geht dasjenige heraus, welches durch keines der Netze hat fallen können. Das ganze Prisma wird immerfort um seine Längenaxe gedreht und indem der darin enthaltene Vorrath stets von einer

der Flächen auf die andere fällt, entsteht eine genügende Bewegung, um die gekörnten Kohlen sowohl über die Gaze streichen, als auch sie längs der schrägen inneren Fläche des Cylinders hinabgleiten zu lassen. Die Einrichtung gleicht vollkommen derjenigen, welche in den, nach amerikanischem Muster erbauten Mühlen zum Beuteln des Mehls gefunden wird, nur mit dem Unterschiede, daß bei dieser seidene Gaze anstatt der Drahtgaze angewendet wird.

Was als Pulver bei der gewöhnlichen Anwendung der Knochenkohle unbequem oder vielleicht nachtheilig sein würde, fällt hier zuerst ab, ist aber keineswegs verloren, sondern wird noch feiner verrieben und liefert dann jene thierische Kohle, jene feine schwarze Farbesubstanz, welche unter dem Namen „gebranntes Elfenbein“ oder kürzer „Beinschwarz“ bekannt ist. Beide Namen sind dem Dinge von Unkundigen beigelegt, welche glauben, um dieses Material zu erzielen, würden von den Negern in Afrika, welche mit den Zähnen der Elephanten (die dort so häufig sind wie bei uns die Feldmäuse) nichts Besseres anzufangen wüßten, eben diese schönen Zähne verbrannt. Beinschwarz ist nur eine Abkürzung von Elfenbeinschwarz. Aus demselben Grunde bleiben beide Namen auch im Gebrauch und der Schuhmacher, welcher unter dem Namen Beinschwarz nichts mehr als Kiehnruß in fester, zusammengedrückter Substanz erhält, ist doch vollkommen überzeugt, er verwende zu seiner Stiefelwichse wirklich zu Kohle verbranntes Elfenbein. Zum Theile hat er auch Recht, denn das wirkliche Beinschwarz ist genau das, was er erhalten würde, wenn man Elephantenzähne verkohlte.

Diese thierische Kohle befindet sich durch die beigemengte Knochenerde in einer äußerst weitläufigen, an Oberfläche reichen Ausbreitung, deshalb besitzt sie ein mächtiges Absorptionsvermögen, mehr als jede andere Kohle es hat; es ist übrigens wahrscheinlich, daß auch die Knochenerde an diesem Absorptionsvermögen Antheil nimmt, da sich die Eigenschaft, Gase zu verdichten, Flüssigkeiten zu entfärben u. s. w. keineswegs auf die Kohle allein beschränkt, sondern mehr oder minder vielen porösen Körpern zukommt, doch ist die thierische Kohle hierin wenigstens höher stehend als alle andern. Auf Alkalien und auf Salze mit alkalischen Basen wirkt sie allerdings gar nicht, oder nur schwach, allein sie nimmt z. B. aus Brunnenwasser die Erdsalze, sie nimmt Jod aus den Auflösungen von Jodkalium auf, sie eignet sich die Metalloxyde aus den Lösungen ihrer Salze an, eben so die Bitterstoffe, die Farbestoffe und aus Kalkwasser entfernt sie den Kalk bis auf die letzte Spur.

Um dieser beiden Eigenschaften willen, wird sie in den Siedereien von Rübenzucker vorzugsweise angewendet; sie nimmt aus dem mit Kalk ge-

läuterten Rübensaft den Kalk hinweg und sie entfärbt den Saft. Zu demselben Zwecke wendet man sie in den chemischen Fabriken mannigfaltig an und die Reinigung des rohen Spiritus von dem übel riechenden Fuselöl, gelingt vollständig nur durch sie.

Man glaubt — und wohl nicht ohne Grund — daß diese merkwürdige Eigenschaft der Kohle nichts anderes als Flächenanziehung, Contactwirkung sei, weil sie bei der Kohle durch möglichste Vertheilung immer mehr gesteigert wird.

Es ist allerdings hiermit nichts erklärt, es ist ein Name, den man einer Thätigkeit giebt, weil man nichts Besseres zu thun weiß. Es ist ungefähr, als erzählte ich Jemandem, daß ich seit 24 Stunden nichts Flüssiges zu mir genommen und daher ein brennendes Verlangen nach einem kühlen Trunke habe und man wolle mir sehr gelehrt erklären, dieses Verlangen und dieses Gefühl des Brennens käme von dem Durst her.

Damit ist mir nichts erklärt und mein Verlangen wird auch dadurch, daß ich weiß, es sei der Durst, gar nicht gestillt. Wir wollen uns deshalb auch hier auf nähere Erklärungen und Auseinandersetzungen nicht einlassen, sondern die Eigenschaft der Kohle als eine vollendete Thatsache aufnehmen. Diese Entfärbung geht so weit, daß eine Auflösung von Indigo in Schwefelsäure durch Kohle filtrirt, wasserklar aus dem Filtrum läuft. Dieser Farbestoff ist auf der Kohle abgelagert, er ist nicht mit ihr in eine chemische Verbindung getreten, sondern er kann von der Oberfläche derselben hinweggenommen werden. Wenn man z. B. die Kohle des eben gebrauchten Filtrums mit Aetzkali in einer wässrigen Auflösung zusammenrührt und die Kohle sich absetzen läßt, so nimmt das Kali den Indigo vollständig wieder auf, die Kohle wird davon befreit. Wenn schwacher Branntwein durch Kohle entfuselt wird, so nimmt starker Weingeist das Fuselöl wieder auf, oder dasselbe kann auch durch Erhitzung der Kohle abgetrieben, durch Destillation davon gewonnen werden.

Diese Beispiele, welche sich sehr vermehren ließen, wenn es nöthig wäre, zeigen, daß der durch die Kohle aus einer Lösung entführte Körper, nicht chemisch mit derselben verbunden sei, sondern nur oberflächlich an ihr hafte; allein, es giebt auch Fälle, wo die Kohle wirklich chemisch einwirkt, z. B. wenn sie Metalle aus ihren Oxyden reducirt — dann entsteht aber ein neuer Körper, der Sauerstoff des Metalloxydes verbindet sich mit der Kohle zu einer Säure und entweicht als solche.

Will man thierische Kohle haben, welche frei ist von Kalk, so wendet man nicht Knochen an, sondern Blut, Fleisch, Horn, Hufe, Abgänge von Fett, Haare, Eiweiß und dergleichen, mengt sie mit kohlensaurem Kali, verwandelt diese Substanzen durch Glühen in Kohle und laugt das Kali dann

mit Wasser aus und glühet sie nun noch einmal, um das Wasser zu verjagen. Solche Kohle wendet man vorzugsweise bei der Filtration saurer Flüssigkeiten an, welche aus der Knochenkohle den Kalk auflösen würden, der in dem Blute nicht enthalten ist.

Da die Kohlen sehr verschieden in ihrer Wirksamkeit sind, so ist es für den Fabrikanten, der ihrer bedarf, von großer Wichtigkeit, den Grad ihres Absorptionsvermögens oder ihrer entfärbenden Kraft zu kennen. Diese letztere dient als Maaß für die Güte der Kohle, allein man kann doch nichts weiteres thun, als sie vergleichen mit einer anderen schon ihren Eigenschaften nach bekannten Kohle.

Man färbt eine genau abgewogene Menge Wasser durch Caramel (gebrannten Zucker oder Zuckercouleur) braun, theilt diese Quantität braunen Wassers in zwei gleiche Theile und nimmt nun von der bekannten guten Kohle nicht ganz so viel als man glaubt, daß zur Entfärbung nöthig sei. Wir wollen annehmen, das seien zwei Loth. Hier hindurch gießt man die eine Hälfte des braunen Wassers, um sich zu überzeugen, bis zu welchem Grade die Entfärbung geht.

Dann nimmt man von der zu prüfenden, von der zu vergleichenden Kohle eine gleiche Quantität und gießt die andere Hälfte durch dieselbe und fängt das entfärbte Wasser in einem anderen Gefäße auf, nun vergleicht man die Farben beider Flüssigkeiten in zweien gleich durchsichtigen Gläsern von gleichem Umfange und man giebt derjenigen Kohle den Vorzug, welche das Wasser am klarsten gefärbt erscheinen läßt.

Man kann auf diese Art nicht blos vergleichen, sondern man kann den Vergleichen auch annähernd Zahlenwerthe geben. Die Gläser, in denen die Prüfung angestellt werden soll, müssen cylindrisch und etwa sechs Zoll hoch, auch wie die feinen Portergläser ohne dicken Fuß, unten aber geschliffen sein. Von der weniger gut entfärbten Flüssigkeit gießt man in eines der Gläser so viel, daß es etwa einen Zoll hoch darin steht. Nun gießt man auch in das andere Glas von der besser entfärbten Flüssigkeit so viel, bis die Farbe in beiden Gefäßen, die auf einem und demselben Blatte Papier stehen, von oben herab betrachtet, gleich erscheint. Die Flüssigkeit, welche heller ist als die andere, wenn man quer durch das Glas sieht (weil die Masse der durchsichtigen Schicht in beiden Gläsern gleich dick ist) kann von oben in das Glas hinein gesehen, blasser, dunkler, oder gleich der anderen aussehen, je nachdem die Höhe ist, welche sie in dem Glase einnimmt. Die Aufgabe ist nun, von dieser helleren, besser entfärbten Flüssigkeit so viel in das zweite Glas zu gießen, bis ihre Farbe darin, wie oben gesagt, der Farbe der Flüssigkeit in dem ersten Glase ganz gleich ist. Hat man dieses erreicht, so hat man einen Anhaltepunkt, die

durchsichtigere Flüssigkeit steht drei Zoll hoch und die andere einen Zoll hoch, so ist klar, daß in der Höhe von einem Zoll so viel färbende Substanz ist, als in der Höhe von drei Zoll der anderen Flüssigkeit, oder daß bei gleichen Höhen die dunklere dreimal so viel Farbestoff enthält als die andere; man wird hieraus schließen können, um wie viel besser die eine Kohlensorte sei als die andere, welchen technischen Werth sie also habe.

Die Fähigkeit der Kohle, Farbestoffe aufzunehmen, zu klären, zu reinigen, hat ihre eng gesteckten Grenzen. Es beladet sich die Kohle mit den aus einer Flüssigkeit zurück gehaltenen Substanzen und sie ist alsdann ferner unbrauchbar, sie wurde fortgeworfen.

Nun ist Knochenkohle aber ein theurer Gegenstand und es fragt sich mit Recht — ist denn die ausgenutzte Kohle für immer unbrauchbar, kann ihr Absorptionsvermögen nicht wieder hergestellt werden?

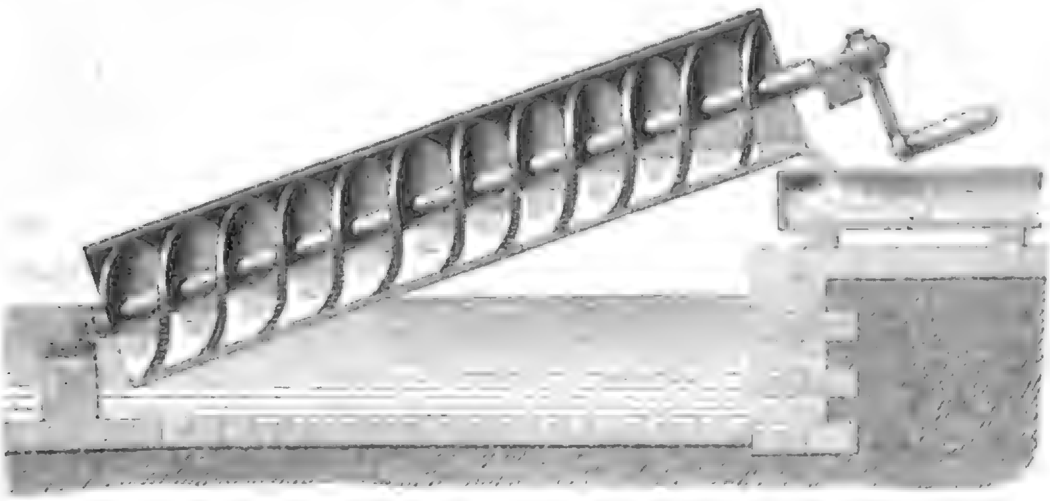
Unzweifelhaft ist dies letztere der Fall. Die gebrauchte Kohle kann zuvörderst mit Wasser ausgewaschen, es kann ihr so entzogen werden, was sie Auflösliches aufgenommen hat, dann aber kann man sie trocknen und noch einmal glühen, wodurch die anhaftenden, vielleicht sogar stickstoffhaltigen Substanzen, wie Pflanzeneiweiß und dergleichen, mit verkohlt werden, so daß man meinen sollte, die Masse der Kohle müßte eigentlich vermehrt werden. Dies ist nun freilich nicht der Fall; der Abgang durch das Glühen ist größer als der Zugang durch die aufgenommenen Stoffe, doch in der Hauptsache ist es richtig, daß ein Wiederbrauchbarmachen möglich ist, man nennt dies:

Wiederbelebung der thierischen Kohle.

Die Massen dieser Kohle sind sehr bedeutend: es handelt sich nicht darum, einen Scheffel voll, sondern viele Wagenladungen davon zu waschen und so hat man dazu Maschinen erfunden, von denen eine der ingeniösesten und ausgiebigsten auf dem Princip der archimedischen Schrauben beruht. Ein hohler Cylinder, um seine Axe drehbar, hat im Innern eine Schraube, welche so läuft wie die Spiralfeder, welche man „contreelastique" nennt, und welche man zu Tragebändern oder zu dem schnellenden Werkzeuge einer Kinderflinte, oder zu einer Federwaage anwendet. Diese Schraube, deren Gänge von der Axe bis zum Umfange des Cylinders reichen, theilt den Cylinder in so viel Abschnitte, als sie selbst Gänge hat; kein Tropfen Wasser kann von einem Ende derselben zum anderen gelangen, ohne alle die Gänge durchlaufen zu haben.

Man wendet dieselbe, wie Fig. 417 hier zeigt, gewöhnlich an, um Wasser aus einem niederen Raum nach einem höher gelegenen Punkt zu schaffen. Die Wirkung hier auseinander zu setzen, würde die Grenzen eines Lehrbuchs der Chemie sehr überschreiten, genug die Schraube, so gedreht, daß sie, nicht befestigt auf einer Axe, in das Wasser eindringen würde, gleich einem Korkzieher in den Pfropfen, schöpft bei jeder Umdrehung einen Gang halb oder zum dritten Theile voll Wasser und läßt ihn bei fortgesetzter Drehung immer höher steigen und endlich oben ausfließen, wie die Figur es zeigt.

Fig. 417.



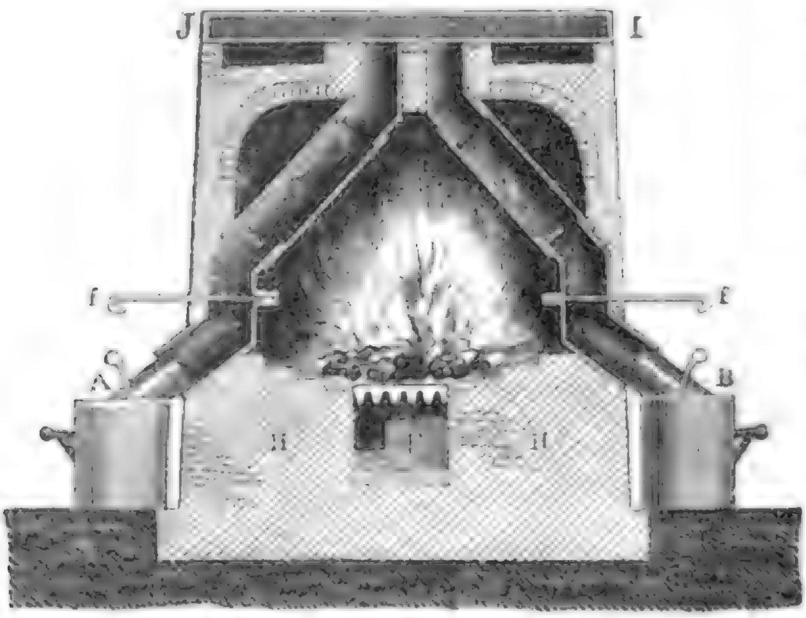
Für den gegenwärtigen Zweck wird solche archimedische Schraube in einen großen Bottig gebracht, in welchem die Kohle im Wasser schwebend gehalten wird durch die Bewegung, sie wird also mit diesem Wasser zugleich geschöpft und empor gehoben, zugleich läßt man aber oben eine große Wassermenge einströmen, welche die heraufgehende Kohle auswäscht, indem mehr Wasser in die Schraube gelangt als die Gänge fassen können, wodurch dieses überflüssige Wasser zurückfließt und Schleim und sonstige auflöslichen Theile von der Kohle mitnimmt. Der Bottig mit der Kohle regulirt seinen Wasserstand selbst durch Drathsiebe, welche in gewisser Höhe angebracht, das überflüssige, das sich mehrende Wasser entlassen, ohne jedoch die gekörnte Kohle mit entweichen zu lassen.

Schließlich hat man in dem Bottig unten nur noch Wasser, die Kohle ist nach und nach aufwärts postirt und ist dabei gereinigt, wiederholt gewaschen und gespült worden, so daß nichts im Wasser Auflösliches mehr an ihr haftet.

Nach dem Trocknen könnten diese Kohlen nun in Töpfe gebracht und geglühet, d. h. eigentlich genau so behandelt werden, wie die Knochen ursprünglich bei ihrer Verwandlung in Kohle behandelt worden sind, allein man will nicht gern ihre körnige Form aufopfern und so wendet man zum Behuf der Wiederbelebung besondere Oefen an. Fig. 418 zeigt den Durch-

schnitt eines solchen. HJ—JH ist das Gemäuer des Ofens, in dessen mittlerem und unterem Theile der Feuerheerd angebracht ist. Derselbe heizt ein Gewölbe, durch welches hindurch die eisernen Röhren gehen, die mit C und D bezeichnet sind.

Fig. 418.



Diese Röhren bestehen aus vier Theilen — einem weitesten C oder D, welcher recht eigentlich in dem Feuer des Ofens liegt und glühend wird, einem oberen knieförmigen Theile, welcher gewissermaßen den Trichter bildet, durch welchen die Kohle eingefüllt, einem unteren, wie in Z gestalteten Theil, in welchem ein Schieber f befindlich und endlich einem vierten gewöhnlich thönernen Rohre A und B, welches nur den Zweck hat, die geglühten Kohlen in die untergesetzten eisernen Kasten zu leiten, in denen dieselben glühend anlangen und unter luftdichtem Verschluß erkalten.

Oben auf dem Ofen, in welchem auf jeder Seite zehn, zwanzig und mehr solcher Röhren liegen, befindet sich ein großer Kasten JJ von starkem Sturzblech, auf diesen wird die zu belebende Kohle gebracht und das Feuer angezündet. Die leeren Cylinder werden dadurch erhitzt und kommen nach und nach in's Glühen; die abgehenden Flammen aber und der Rauch und die heiße Luft gehen, nachdem sie das Gewölbe des Ofens verlassen haben, in breiten, flachen Kanälen unter dem Kasten hindurch und erhitzen ihn, so daß die Feuchtigkeit, welche noch in der Kohle vorhanden war, zu großem Theile verdunstet. Wenn dieses geschehen und unterdessen die Cylinder C und D bis zum Glühen erhitzt worden sind, schiebt man mit langen, eisernen Rechen die Kohlen nach der in dem Kasten mündenden Oeffnung und füllt so die Röhren von dem Schieber f bis zu der Mündung an, bringt auch gleich auf den leer gewordenen Kasten neue Kohle, die man ausbreitet und rührt, um sie zu trocknen. Unterdessen nimmt die in den Cylindern befindliche Masse die Hitze der eisernen Hüllen an, und in Zeit einer halben Stunde ist das genügend geschehen. Allerdings kann, wenn die Ausdehnung der Cylinder sehr groß ist, auch eine ganze Stunde darauf gehen, dies ist jedoch niemals vortheilhaft; es kommt nicht mehr darauf an, aus Knochen Kohlen zu machen, sondern nur darauf, die vorhandenen fertigen

und trocknen Kohlen noch einmal aufglühen zu lassen. Ist die Menge der Kohlen in dem Cylinder zu groß, so wird an der äußeren Hülle schon etwas in Asche verwandelt, bevor die Mitte der Masse durchglüht.

Wenn die Kohlen den erforderlichen Grad von Hitze erlangt haben, was sich durch die Praxis sehr bald ergiebt, so werden die Schieber f f aufgezogen und die ganze glühende Masse fällt durch die Röhren A und B in die untergesetzten Kasten, die sorgfältig verschlossen werden, damit die Kohlen ohne Zutritt der Luft erkalten. Alsbald werden auch die Schieber wieder vorgeschoben und die unterdessen gedörrten Kohlen werden aus dem Kasten J J unter dem Ofen in die Cylinder befördert, welche natürlich in ihrer Gluth geblieben sind und diese jetzt den aufgenommenen Kohlen mittheilen.

Da solch ein Ofen Tag und Nacht beschickt ist und er bei mäßigen Dimensionen alle halbe Stunde einen Brand giebt, so werden die Retorten oder Cylinder 24mal während eines Tages und einer Nacht gefüllt, sind der Gefäße 20 in solchem Ofen (10 auf jeder Seite), so kann täglich über 3000 Pfund Kohle wieder belebt werden, wenn auch jeder Cylinder nur eine Ladung von 6 Pfund aufnimmt — über 8 Pfund für jeden geht man nicht gern, um die Zeit, welche zum Durchglühen nöthig ist, nicht so weit auszudehnen, daß der äußere Theil zu Asche zerfällt.

Die so wiederbelebte Kohle hat eine üble Eigenschaft, sie ist gewöhnlich mit einer glänzenden Schicht einer neu gebildeten Kohle — entstanden aus der angesetzten Substanz — bekleidet. Diese Kohle, an sich viel dichter und beinahe krystallinisch, nimmt selbst schon wenig von den Stoffen auf, zu deren Beseitigung man sie verwendet, allein sie hüllt auch die poröse Knochenkohle ein und verhindert sie ihre Schuldigkeit zu thun. Da hat **Kuhlmann** ein Mittel erdacht, diesen firnißartigen Glanzkohlenüberzug zu entfernen; er läßt sie zwischen zwei horizontalen Mühlsteinen umhertreiben, wie man Gerstengraupe treibt, solchergestalt, daß die Steine in einem gewissen Abstande von einander stehen und sich nicht weiter nähern können. Hierdurch wird die Oberfläche der granulirten Kohle abgenutzt und damit ist ihre Porosität wieder hergestellt, welche das wesentlichste Erforderniß einer guten thierischen Kohle ist.

Das Pulver, welches dabei abfällt, ist sehr brauchbar, sowohl als Beinschwarz, wie auch zur Darstellung eines Surrogats für die Knochenkohle, die bei der ungeheuren Ausdehnung, welche ihre Anwendung gefunden hat, nicht in ganz genügender Menge erzeugt und deshalb zu einem gesuchten, sehr theuren Artikel wird.

Wir haben vorhin den Umstand berührt, daß nicht allein die Kohle, sondern auch andere poröse Körper die Fähigkeit haben, Flüssigkeiten zu klären. Diese Fähigkeit kommt ihnen um so mehr zu, je poröser sie sind,

vorausgesetzt, daß die Poren sehr klein seien, so filtrirt gebrannter Thon sehr gut. Wenn man aber Thon mit Kohlenpulver mischt, nun Gefäße daraus formt und sie brennt, so filtriren sie vermöge ihrer größeren Porosität und vermöge der Kohle, die in Massen in den Zwischenräumen vorhanden ist, noch viel besser!

Man hat, hierauf gestützt, bituminöse Schiefer, wie z. B. die in der Auvergne vorkommenden, in verschlossenen Gefäßen ausgeglüht. Diese Schiefer bestehen der Hauptsache nach aus Thon. Das Bitumen ist eine an Kohle überaus reiche Pflanzensubstanz (wie Theer und ähnliche); bei dem Ausglühen wurde dieses Bitumen zu Kohle verbrannt und der an sich poröse Thon wurde auf diese Weise, ganz so wie oben mitgetheilt, durch die Kohle noch poröser, überdies waren die Poren mit Kohle gefüllt und so wurde der Zweck der Reinigung einer Flüssigkeit zugleich durch den porösen Körper und durch die eingeschlossene Kohle erfüllt. Allein ein Fehler haftet dieser thonreichen Kohle an; in diesen Schiefern kommt nicht selten Schwefeleisen vor und es ist unmöglich dasselbe auszuscheiden. Wenn nun die Kohle zur Entfärbung angewendet wird, das aufgelöste Schwefeleisen die aufgelösten Pflanzenstoffe aber seinerseits färbt, so kann es wohl geschehen, daß die entfärbende Wirkung der Kohle mit der färbenden des Schwefeleisens gleichen Schritt hält, also scheinbar keine Wirkung erzielt wird — scheinbar, denn die Kohle thut immer ihre Schuldigkeit, wenn jedoch mit ihr etwas verbunden ist, welches diese Wirkung aufhebt — — nun so ist es kein Wunder, wenn man diese Kohle verwirft, denn was man an ihr verlangt, ist, daß sie entfärbe, daß Flüssigkeiten, wie z. B. rother Wein, gebläutes Wasser u. s. w. völlig wasserklar aus dem Filtrum hervorgehen. Niemand wird rothen Wein entfärben wollen, im Gegentheile färbt man weißen Wein roth, das kann also nicht der Zweck sein, zu welchem man die Knochenkohle anwenden will, allein es ist ein Prüfungsmittel und man sagt, wenn die Knochenkohle Portwein, hinsichtlich der Farbe dem Wasser gleich macht, dann ist sie gut.

Bei der Bereitung des Weingeistes geht aus den Schaalen der Getreidekörner und der Kartoffeln ein sehr übelriechendes Fuselöl mit; bei dem Kartoffelbranntwein zwar ein nicht ganz so schlecht riechendes, aber desto schädlicheres.

Wenn man den fuseligen Weingeist durch Kohle destillirt, so verliert er diesen üblen Geruch so vollständig, daß man ihn mit jedem beliebigen Blumenduft schwängern kann. Auch fuseliger Spiritus nimmt ätherische Oele auf; allein wenn man zu einem Quart desselben zwei Loth Bergamottöl, ein Loth Rosenöl, ein Loth Neroliöl u. s. w. verwendet, so wird man immer den Fuselgeruch nicht vertilgen können; dagegen wenn das

Fuselöl beseitigt ist, zwanzig Tropfen Neroliöl für ein Quart Weingeist genügen, um demselben den lieblichsten Orangenblüthenduft zu geben. Der Sinn des Geschmacks ist hier noch empfindlicher. Fuseliger Branntwein kann wohl durch viele ätherische Oele ungenießbar, aber niemals angenehm, niemals reinschmeckend werden. Zu einem Quart fuselfreiem Weingeist, ist ein Tropfen Neroliöl genug und ein Tropfen Rosenöl zuviel. Und diesen sich impertinent vordrängenden Geruch, beseitigt die thierische — ja schon die Holzkohle. Der Weingeist wird entfuselt.

Bei der Reinigung (Raffinerie) des Zuckersaftes ist die thierische Kohle von größter Wichtigkeit. Der Kalk, welcher dem Zuckersafte zugesetzt worden ist, um eine große Menge von Verbindungen, welche der völligen Befreiung des Zuckers von säuernden oder alkalinischen Stoffen hinderlich sind, zu beseitigen, in sich aufzunehmen — muß schließlich fortgeschafft werden, so weit er im Ueberschusse zugesetzt war. Hier giebt es kein Mittel, was von größerer Wirksamkeit wäre, als die thierische Kohle. Diese Eigenschaft ist es vorzüglich, wegen deren man die Kohle anwendet, zunächst aber auch die der Entfärbung, denn der im Einkochen gebräunte Zuckersaft soll möglichst weiß zur Krystallisation in die Formen der Brode gebracht werden. Zu gleichem Behuf wird die Kohle in den Laboratorien für Chemikalien angewendet; auch für den häuslichen Bedarf kann sie höchst schätzbar werden, wenn, wie z. B. in London und in Paris, in Constantinopel, in Cairo, in New-York das Wasser so unrein ist, daß es gar nicht genossen werden kann, daß die Wäsche statt rein zu werden, davon schmutzig wird, daß die Speisen davon einen fauligen Geschmack annehmen.

Die Leute, welche an solchen Orten wohnen, sind dergleichen gewohnt und bedienen sich dieser Flüssigkeit als ob es wirkliches Wasser und nicht blos eine Entschuldigung dafür wäre — diejenigen aber, welche von anderen Orten dahin ziehen, wissen es durch Sand und Kohle so vollkommen zu reinigen, daß es wirklich farblos, klar, geschmacklos und trinkbar wird. (Chemie für L. I. S. 260).

Wenn man die Knochenkohle mit verdünnter Salzsäure behandelt, so löst diese den in der Kohle befindlichen phosphorsauren und kohlensauren Kalk auf, man gießt die Lösung ab und wäscht die Kohle mit Wasser aus, so daß alle fremdartigen Bestandtheile entfernt werden. Diese Kohle hat nunmehr die ganz besonders werthvolle Eigenschaft, die organischen Alkalien zurückzuhalten, wenn man Auflösungen derselben durch sie filtrirt. Man trocknet nun die Kohle und zieht die darin enthaltenen Alkalien durch Weingeist aus, so erhält man Narcotin, Chinin, Morphin u. dgl. Die Gewinnung derselben wird auf diese Weise sehr vereinfacht.

Ruß, färbende Kohle.

Unter sehr verschiedenen Namen — Rebenschwärze, Mandelschwärze, spanisch Schwarz, deutsches Schwarz, Lampenschwärze, Paudel- oder Pudelschwarz*), Kiehnruß — es mag deren wohl noch mehrere geben, wird eine Kohle verstanden, welche aus mannigfaltigen Pflanzenabfällen dadurch bereitet wird, daß man dieselbe langsam, unter nicht genügendem Luftzutritt verbrennen läßt. Der für alle passende Name wäre Rauchschwarz. Die Franzosen haben diesen Namen „noir de fumée", bei uns ist er nicht üblich; Ruß ist zu allgemein, Kiehnruß bezeichnet etwas zu Specielles, denjenigen Ruß der aus Kiehn bereitet wird.

Da man nicht genügende Luft zutreten läßt, so wird das Material nicht vollkommen verkohlt, es bleibt also unverbranntes Oel, Harz u. s. w. übrig, was mit der Kohle verbunden, dieselbe abfärbend, nämlich schmierig macht; man muß dieses aber haben, denn vollkommen reine Kohle färbt nicht ab, wenigstens nicht so, daß man deren Färbung nicht durch ein Handtuch, durch Schwamm, Brodkrume u. s. w. vertilgen könnte, was man mit dem Ruß wohl bleiben lassen wird.

Die verschiedenen Benennungen kommen von den verschiedenen Stoffen her, aus denen man den Ruß bereitet, oder sie sind von den Ländern entlehnt, aus denen sie kommen, in diesem Falle heißen sie auch nur im Auslande so, im Inlande haben sie andere Namen.

Das Rebschwarz wird aus verbranntem Reisig der Weinstöcke gemacht, deren zu lange Schößlinge geschnitten werden, um die Production des Holzes zu vermindern und die Fülle der Trauben zu vermehren. In denjenigen Weinländern, welche noch nicht an Holzmangel leiden, wird das Reisig zur Bereitung eines feinen Russes benutzt. Wo Holz fehlt, wie in Schwaben, Ungarn (soweit es Weinland ist), Italien, werden allerdings diese Reiser in Bündel zusammengeschnürt, getrocknet und für den Winter zur Feuerung aufbewahrt.

Das Mandelschwarz oder Pfirsichschwarz wird aus den Pfirsichkernen oder den hölzernen Schalen der Mandeln bereitet. Das spanische Schwarz wird aus den bei der Korkschneiderei vorkommenden Abfällen erzeugt.

Deutsches Schwarz wird aus den Kämmen der Weintrauben (Stengeln), den Trestern und der getrockneten Weinhefe gemacht. Man nimmt

---

*) Paudel, Provincialismus für eine Schachtel, weil dieses Schwarz in Schachteln — „Paudeln" — verkauft wird, heißt es Paudelschwarz; Pudelschwarz ist nur eine Corrumpirung des Namens.

auch Nußschalen, Pfirsich- und Aprikosenkerne; in Ländern, in denen viel Pflaumenmus gemacht, oder in denen Pflaumenbranntwein (Zwetschgengeist, Sliwowiz) bereitet wird, die Treber dieser Brennerei oder wenigstens die getrockneten Kerne, Hornspäne, Elfenbein oder Knochenraspel oder Drehspäne dazu und verwendet diese alle, aber in sehr verschiedenen Proportionen, zur Erzeugung der fettigen Kohle, je nachdem man einen Ton haben will, blauschwarz, braunschwarz oder schwarz ohne Beimischung einer anderen Farbe.

Lampenschwarz entsteht dadurch, daß man Oel durch viele und dicke Dochte verbrennen läßt, so daß gleichfalls, wie bei allen Rußarten, nicht genügend Luft zutritt und daß man den durch diese Verbrennung entstehenden Qualm durch irgend ein erkältendes Mittel niederschlägt. Der Rauch zieht also in einen metallenen Rauchfang, welcher von außen durch Wasser kalt erhalten wird, im Innern aber in Folge eben dieser Abkühlung die Kohle an den Wänden absetzt, indeß die erwärmte Luft und die erzeugten schädlichen Gase oben, nicht mehr mit Kohle beladen, entweichen.

Kiehnruß endlich, wird aus dem harzigen Holze der Nadelbäume gewonnen, deren Wurzeln gemeiniglich im Walde stehn bleiben und von den Theerschwelern oder Rußbrennern ausgegraben und zu dem gedachten Zwecke verwendet werden.

Die Art der Rußbereitung, was auch den Ruß hergeben möge, Mandelschale, Korksplitter oder harzige Späne, ist folgende:

In Fig. 419 sehen wir zuvörderst einen Kanal CC von der Höhe, daß ein Mann hindurch gehen kann, mit einer rechtwinkligen Biegung, von gewöhnlichen Ziegeln gemauert.

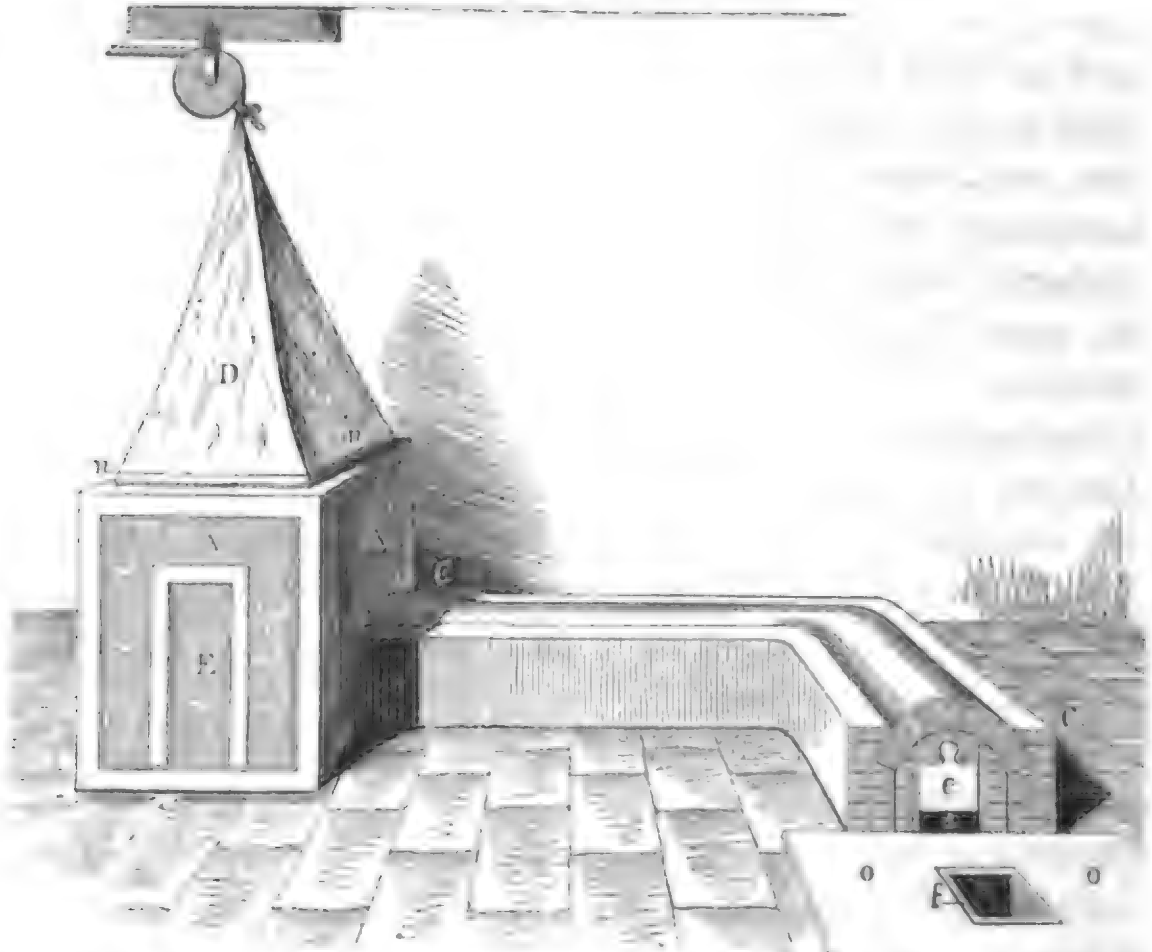
Der vorderste Theil dient zur Feuerung, deshalb ist daselbst eine Thür d mit einem Schieber e, welcher gestattet, das Brennmaterial einzubringen und dann durch hohes oder niedriges Stellen, den Zutritt der Luft zu regeln. Dieser Zutritt muß so bemessen werden, daß die Flamme ganz dunkelroth brennt. Das verkohlte Material wird in einen Aschbehälter F gebracht, wo es erkaltet.

Die erste Heizung wird ohne solche Vorsichtsmaßregeln unternommen; sie hat nur zum Zweck, den Kanal zu erwärmen, in ihm soll sich kein Ruß ansetzen, es würde aber geschehen, wenn er kalt wäre; sobald die nöthige Erwärmung eingetreten, kommt die zweite Abtheilung zur Wirkung.

Dieses ist eine viereckige oder runde Stube von zwei- bis dreitausend Kubikfuß räumlichen Inhalt A, zu dem eine genau schließende Thür E führt. Sie ist oben offen, es ist aber ein eiserner Kranz nn vorhanden, welcher zum Boden einer Pyramide oder eines Kegels D dient, welcher aus grobem, locker gewebtem wollenen Zeuge besteht und dessen Spitze durch

ein Seil über eine Rolle a gespannt werden kann, so daß eben dadurch die Pyramide von wollenem Zeuge aufrecht steht. Der Rahmen nn, welcher den weiteren Theil derselben auseinander hält, ist so eingerichtet oder bemessen, daß er genau in das Innere des Gebäudes paßt, so daß, wenn man die Schnur, welche über die Rolle läuft, nachläßt, derselbe innerhalb des Gebäudes niedersinkend, die Wände desselben streift. Damit dieses in einer wirksamen Weise geschehe, so ist er gewöhnlich mit ordinairem Pelz, mit Schaffell überzogen, welches dann die Wände streift, oder es sind wohl auch die Wände des Gebäudes selbst inwendig mit Pelz bekleidet, wodurch die Anlage theurer, zugleich aber sehr viel besser und wirksamer wird.

Fig. 419.



Beim Verbrennen öl- und harzreicher Substanzen bildet sich ein fester, harter Ruß, den man seiner Aeußerlichkeit wegen „Glanzruß" nennt und ein weicher, kaum zwischen den Fingern fühlbarer Ruß, welcher derjenige ist, den man gewinnen will, beide aber entwickeln sich gleichzeitig; der eine aus den Holztheilen, der andere aus dem Harz. Reines Oel und reines Harz gut geleitet bei der Verbrennung geben natürlich nur den letzteren. Damit man aber bei der Bereitung aus harzigem Holze, wobei der Glanzruß so gut wie der andere erscheint, beide trennen können, veranstaltet man die Leitung des Rauches (der eben den Ruß liefert) so, daß derselbe zuerst eine mäßig erwärmte Strecke passire, in welcher der feine, weiche Ruß sich

nicht, wohl aber der Glanzruß ausscheidet. Der Rauch aber, der nun durch den ganzen Kanal CC gegangen ist und nach der Stube A gelangt, findet hier Gelegenheit sich an den Wänden oder dem Pelzwerk, womit sie bekleidet sind, oder endlich an der kegelförmigen oder pyramidenförmigen Decke niederzuschlagen, durch welche die reine Luft entweicht, indessen sich die Kohle in den Maschen absetzt.

Nach und nach würde diese Kohle die Oeffnungen verstopfen und dann würde der Zug aufhören; damit dieses nicht geschehe, läßt man die Schnur, woran die Pyramide hängt, einige Male nach und zieht sie zuckend plötzlich wieder an, hierdurch, oder allenfalls auch durch leichtes Klopfen mit Stöcken auf die Seitenflächen der Pyramide, wird der Ruß gelöst und fällt mitten in der Stube nieder. Dieses ist der beste und feinste Ruß, er wird abgesondert von dem übrigen, zusammengekehrt, und gewöhnlich zur Farbe der Buchdrucker, Stein- oder Kupferdrucker verwendet.

Die viel gröbere Sorte ist die, welche sich an den Seiten, auf der Mauer, oder in dem Pelzwerk niederschlägt, und die dadurch abgekehrt wird, daß man den Rahmen nur von Zeit zu Zeit niederläßt, der hierbei die Wände streift und das daran haftende Schwarz niederzieht. Bei der Ausräumung, die allabendlich vorgenommen wird, sondert man das in der Mitte liegende von dem an den Wänden aufgehäuften. Dies letztere wird in kleinen Bütten verpackt und unter dem gewöhnlichen Namen Kiehnruß oder Paudelschwarz verkauft.

Lampenruß.

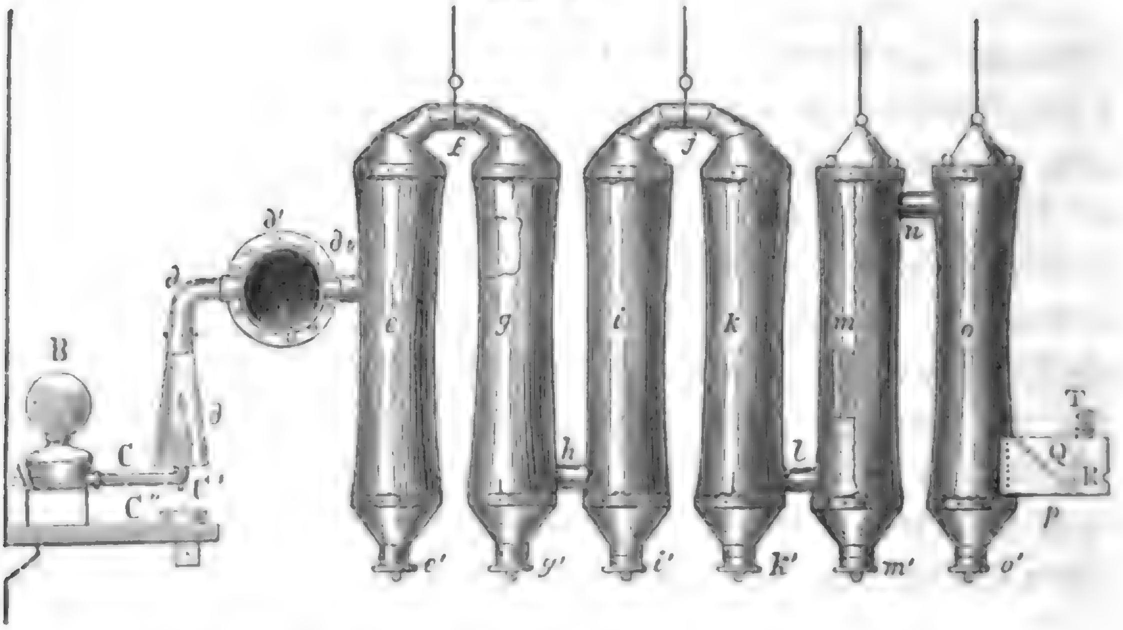
Eine viel bessere Art der Gewinnung des Russes können wir beschreiben, indem wir zeigen, wie das Lampenschwarz gewonnen wird — der ganze Unterschied liegt in der Größe des Apparats und in dem Brennmaterial.

Wir sehen in Fig. 420 als Hauptgegenstand des Bildes sechs Cylinder e, g, i, k, m, o. Dieselben sind oben durch trichterförmigen Boden von Blech geschlossen, davon je zwei durch ein weites gebogenes Rohr fj zusammenhängen; das dritte Paar mo könnte eben so geschlossen sein, allein man macht auch mitunter einen graden Verschluß wie die Figur zeigt und die Verbindung wird dann in der Seite beider Cylinder angebracht nämlich bei n.

Die Cylinder sind alle unten durch Blechkapseln e′ g′ i′ k′ m′ o′ geschlossen, welche man abnehmen kann, um dasjenige, was sich darin sammeln soll, rechtzeitig zu entfernen.

e und g sind durch f verbunden, man will aber auch g und i mit einander verbinden, denn der Rauch soll geschlängelt, immerfort auf- und absteigend durch alle sechs Cylinder gehen; hierzu wendet man nun eben solche Röhre an, wie dieselbe oben bei dem letzten Paare gezeigt ist; von g nach i führt unten das Rohr h, ebenso von k nach m das Rohr l.

Fig. 420.



Schließlich muß die Luft, welche alle Cylinder durchzogen hat, irgend wo heraus, dazu dient der Kanal PQR, in welchem Q eine Klappe vorstellt, die durch den Draht R vermittelst eines Handgriffes T von außen regiert, beliebig gestellt, geöffnet oder geschlossen werden kann.

Die Cylinder alle sind von grobem, wollenem Zeuge; für die Bereitung des Lampenschwarz haben sie in Frankreich, wo dieser Gewerbszweig besonders kultivirt wird, 9 bis 12 Fuß Höhe und ungefähr 3 Fuß Durchmesser; solche Ausdehnung genügt vollkommen zur Bereitung des Russes aus Kiehn; will man dieselben nur durch Verbrennung von Oel, Talg oder Harz gewinnen, so wird ein Drittheil der angegebenen Dimensionen ausreichend sein, der Cylinder habe dann drei bis vier Fuß Länge und einen Fuß Durchmesser.

Der Feuerheerd ist in AC zu sehen. Dort steht eine Lampe A mit einem Oelbehälter B, der umgestürzt wie das Gefäß bei unseren Schiebelampen, dazu dient, lange Zeit Nahrung für die Lampe zu geben, ohne daß dabei das Niveau verändert wird, an welchem der Docht C' zehrt, zu dem die Metallröhre C das Oel führt. Dieser Docht ist so breit wie möglich auseinander gedrückt, er kann von lockerer Baumwolle fingerdick, fünf-, sechs- und mehrfach neben einander liegen; man will nur viel Material verzehrende, nicht leuchtende, sondern dunkelroth mit braunen Streifen brennende Lampen haben. Dabei geht natürlich viel Oel über den Dochthalter

und deshalb steht immer ein kleines Gefäß C'' unter demselben, um die abfallenden Tropfen aufzunehmen.

Die Flamme brennt innerhalb eines Blechkegels d, welcher den Luftzutritt regelt. Der Qualm wird in ein großes Rohr d' d'' geführt, wo derselbe sich abkühlt und wo sich Produkte der Destillation niederschlagen, dann geht er weiter in den Sack e, aus diesem durch die gebogene Röhre f nach g, in diesem Sacke niederwärts bis er durch h nach dem Cylinder i gelangt, in demselben wieder aufwärts steigt u. s. w. Von Zeit zu Zeit schlägt man mit einem Stäbchen an die Säcke, um den angeflogenen Ruß davon zu trennen und denselben zum Niederfallen zu bringen, da er sich dann in den Kapseln e' g' — o' sammelt.

Diese Behandlungsweise hat etwas sehr Vorzügliches theils darin, daß es keines besonderen, für diesen Zweck allein und zu sonst nichts brauchbaren Gebäudes bedarf, sondern daß sie in jedem Schuppen, in der nächsten besten Bauernküche vorgenommen werden kann, und darin, daß man die verschiedenen Rußgattungen ohne alle Mühe ganz von selbst gesondert findet. Immer ist der gröbere derjenige, welcher der Flamme näher steht, man hat also hier statt zweier Sorten sechs, die sich wirklich in Feinheit und in Werth unterscheiden.

Das Rohr d d' d'', welches quer vor den Säcken liegt, also horizontal läuft, während die Säcke vertical hängen, würde für einen solchen Apparat sich in eine Metallkugel verwandeln lassen, allein man hängt immer ein Dutzend solcher Sackreihen an einander, jede von der anderen so weit entfernt, daß ein Mensch mit Bequemlichkeit zwischen ihnen hindurch gehen kann. So wird bei zwölfmaliger Wiederkehr des Sackapparates die Länge des horizontal liegenden Rohres zwölf Ellen betragen müssen. Als Brennmaterial können alle möglichen flüssigen Fett- und Oelabgänge benutzt werden, bei einer etwas veränderten Brennvorrichtung natürlich eben so alle festen, Talg, Stearin, ranzige Butter, dick gewordene Oele, Harze, ja die Abfälle, welche sich auf dem Erdboden mit Staub und Schmutz gemischt haben ebenso, denn der Schmutz verbrennt nicht mit, die Erde, der Sand verunreinigt mithin das Produkt der Verbrennung, den Ruß, keineswegs, wenn auch das Brennmaterial verunreinigt gewesen.

Es ist ein Vorurtheil, daß Mandelöl zur Rußbereitung besser sei als Fischthran, daß die Weinreben ein besseres Schwarz liefern als anderes Reisig — die Kohle von Buchenholz ist besser, bei gleicher Größe schwerer, inhaltreicher, als die Kohle von Pappelholz oder von Tannenholz, allein der Ruß ist von einem so gut wie vom anderen; sicher sind die Chinesen Narren, daß sie den Ruß zu ihrer Tusche aus verbrennendem Kampfer gewinnen, es müßte denn der Kampfer nicht das fertige Produkt einer

trockenen Destillation sein, welches sie anwenden — dieses ist theuer und zwar theurer als der Ruß, welcher daraus erzielt werden kann — sondern vielleicht das Holz des Kampherbaumes. Aus dem feinsten Ruß, den die letzten Beutel o' o' liefern, wird bei uns eine Tusche bereitet, welche an Schwärze, Feinheit und Glanz der chinesischen so wenig nachsteht, wie an Festigkeit. Der Vorzug derselben ist nämlich besonders darin zu finden, daß man über Bauzeichnungen oder Federzeichnungen, mit dieser Tusche gemacht, mit Wasserfarben malen, nicht nur leicht überfahren, sondern sogar mit einem breiten Pinsel waschen kann, ohne daß sie nachläßt, ohne daß sie verläuft oder gar das Papier schmutzig, grau wird; dies rührt von dem Bindemittel her, welches bei gewöhnlichen Wasserfarben Gummi ist, bei besseren Leim, und bei den vorzüglichsten der schwer auflösliche Fischleim oder Hausenblase, welches zwar auch Fischleim ist, doch nur in Rußland von den gewaltigen Flußfischen, Stör, Hausen u. s. w. gewonnen wird, indessen man auch bei uns einen eben so haltbaren Leim aus den Schuppen und Knochen der Fische gewinnen kann.

In dem bis zur Verkäuflichkeit gelangten Ruß, ist noch immer so viel Fett und Harz, daß er sich nicht mit Wasser mischen läßt; man muß ihn daher mit Weingeist — wenigstens mit gewöhnlichem Branntwein — anrühren und dann mit Wasser verdünnen. Maurer und Zimmermaler, die sich desselben zu Schwarz und Grau und zum Verdunkeln und Schattiren anderer Farben bedienen, haben ein einfacheres Mittel gleich bei sich — sie öffnen die Quelle ihres Leibes und lassen deren Flüssigkeit auf den Kiehnruß; durch die darin enthaltene Salpetersäure wird das Fett verseift und gestattet nun die Mischung mit Wasser.

Will man den Ruß zu Druckerschwärze verwenden, oder zu feinen, in Wasser auflöslichen Metallfarben, so muß er vorher noch einmal im verschlossenen Raume geglüht werden. Man füllt ihn in irdene Töpfe, drückt ihn fest ein und setzt dieselben wohl zugedeckt, der Glühhitze eines hierzu bestimmten Ofens aus. Die Oele und Harze verflüchtigen sich und verbrennen, die reine Kohle bleibt zurück.

Der Ruß ist, wie Erfahrungen darüber gezeigt haben, ein gefährlicher Selbstzünder. In den Magazinen der russischen Marine kam oft Feuer aus, welches verheerend nicht nur die aufgehäuften Vorräthe, sondern nicht selten auch hunderte von benachbarten Häusern verzehrte. Aehnliches geschah mit Schiffen mitten auf dem Meer und kein Mensch wußte sich die Unglücksfälle zu erklären, vielleicht um so weniger, als sie immer in Räumlichkeiten begannen, zu denen man niemals mit Licht ging.

Was die Ursache der endlichen Entdeckung war, ist unbekannt, die Ursache der Entzündung aber war Kiehnruß mit Hanföl, sehr dick zu einer

beinahe trockenen Masse zusammengeknetet und so in großen Ballen geformt und in Lindenbastmatten verpackt. Mit dieser Substanz, durch Theer verdünnt und zu einer vertreibbaren Farbe gemacht, werden die russischen Kriegsschiffe angestrichen, es befindet sich davon immer ein großer Vorrath in den Magazinen und jedem Schiffe werden ein paar solcher Ballen mitgegeben. Diese Kohlensubstanz entzündet sich von selbst, wahrscheinlich durch Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft und bevor man hiervon eine Ahnung hatte, sind jene Unglücksfälle entstanden. Jetzt — da man weiß, was daraus folgt, macht man die Farbe nicht mehr trocken, sondern so schwerflüssig, daß sie sich noch gerade in Gefäße füllen läßt; in diesen nun bewahrt man dieselbe in den Magazinen sowohl, als man auch die Schiffe damit versieht, und seitdem dieses geschieht, haben die Brandunglücksfälle aufgehört.

Nicht der Kiehnruß allein, schon die fein gepulverte Kohle, welche gar kein Fett enthält, ist durch die große Fähigkeit, Gase zu verdichten, ein feuergefährlicher Körper. Zur Pulverfabrikation bewahrt man sehr oft die Fässer mit gepulverter Kohle in trockenen Magazinen auf, um sie nach und nach mit dem übrigen Material zu mischen und zu Schießpulver zu verarbeiten.

Warum man diesen Kohlenstaub noch warm verpackt, um ihn trocken zu erhalten, ist um so viel weniger einzusehen, als bei der Mengung der Materialien dieselben ja doch zu einer bildsamen Teigmasse nicht nur angefeuchtet, sondern benetzt werden müssen. Das trockene Verpacken hat oft genug großes Unglück, das Auffliegen von Pulvermühlen mit allen Arbeitern und den Bewohnern der Nachbarschaft verursacht.

Dieser Kohlenstaub eben saugt Gase, saugt vor allen Dingen den Sauerstoff der atmosphärischen Luft auf, in solcher Menge, daß er um die Hälfte schwerer wird durch die in seiner Masse verdichtete Substanz und diese Verdichtung des früher in Luftform gewesenen, nun bis auf ein achthundertstel seiner ehemaligen Ausdehnung zusammengedrückten Körpers, bringt eine solche Temperaturerhöhung hervor, daß wohl schwerer entzündliche Körper als Kohlenpulver davon in Gluth gesetzt werden würden, deshalb man sehr behutsam damit umgehen muß. Die Steinkohlen sogar, in den Magazinen aufgehäuft, entzünden sich mitunter freiwillig.

Eigenschaften der Kohle.

Man pflegt vor allen Dingen zu sagen, die Kohle leitet die Elektricität außerordentlich gut — (beinahe so gut, nach anderen noch besser als die Metalle) und die Wärme außerordentlich schlecht. Ein Jeder aber wird von selbst auf die Frage kommen — wie ist es möglich, so allgemeine Bestimmungen aufzustellen für einen Körper, der so außerordentlich verschieden gestaltet ist. Welch ein Unterschied ist zwischen dem Diamant und der Holzkohle, welch ein Unterschied zwischen dem Graphit und dem Kiehnruß!

Die Frage ist vollkommen gerechtfertigt und die Antwort ist auch derselben entsprechend, die Kohle ist beinahe der schlechteste Elektricitätsleiter in der Form des Diamants, beinahe der beste in der Form compacter Coaks und zwischen diesen beiden Extremen liegen eine Menge Abstufungen; die Kohle ist einer der allerschlechtesten Wärmeleiter in der Form der leichten Holzkohle und ist wirklich der allerschlechteste in der Form des Kiehnruß. — Die Sache gestaltet sich anders, wenn die Temperatur, welche geleitet oder abgehalten werden soll, die Glühhitze der Kohle übersteigt, dann wird sie selbst glühend und pflanzt die Wärme fort. Die Kohle ist ein besserer Wärmeleiter, wenn sie von sehr festem Holze, von Lignum sanctum, von Ebenholz, von Buchsbaum herrührt. Compacte Coaks leiten die Wärme noch besser und diejenige Kohle, welche von der Beschickung der Hochöfen unverbrannt übrig bleibt und beim Ablassen der Schlacken zum Vorschein kommt, leitet die Wärme so, daß man ein Stück derselben, von sechs Zoll Länge, welches an einem Ende mittelst des Löthrohrs oder eines Gebläses glühend macht, am anderen Ende mit den Fingern nicht halten kann! Einen Eisendrath von solcher Länge, vorausgesetzt, daß er schnell glühend gemacht wird an einem Ende, würde man am anderen wohl halten können; diese Art Kohle leitet also die Wärme beinahe besser als Eisen. Bei solchen Unterschieden in der Leitungsfähigkeit für die Wärme, ist also von der Angabe „die Kohle leitet die Wärme schlecht oder gut" gar keine Rede — es kommt dies lediglich auf die Art der Kohle an.

Eben so ist es mit dem specifischen Gewicht, welches beim Diamant über drei und ein halb mal so groß ist als das des Wassers (3,50 bis 3,55) beim Graphit 2,1, auch nur 1,8; bei der Kohle von Tannenholz aber nur 0,33; d. h. ein Volumen Wasser wiegt drei mal so viel als ein gleiches Volumen von dieser Kohle und sie selbst wiegt ein Eilftel von jener Kohle, die wir Diamant nennen.

Von der Leitungsfähigkeit der Kohle für Elektricität wird verschiedent-

lich Anwendung gemacht, wovon wir vielfältig zu sprechen, Gelegenheit haben werden, eine häufig wiederkehrende aber müssen wir als eine gänzlich verwerfliche gleich hier bezeichnen.

Wasser leitet die Elektricität unendlich viel schlechter als Kohle; je mehr Wasser die Kohle in sich aufgenommen hat, desto schlechter leitet sie in Folge dieser Aufnahme, welche die Kohle sehr begierig vollzieht. Kohle an freier Luft wird feucht und man kann durch Erhitzung im verschlossenen Raume das Wasser daraus verjagen und auffammeln; Kohlen in die Erde gegraben, werden nicht blos feucht, sie werden naß!

Nun kommen die Halbwisser (eine sehr schlimme Sorte Menschen; Halbheit ist in allen Dingen vom Uebel, etwas halb wissen ist aber das Uebelste aller Uebel) das sind diejenigen, die zwar die Glocken läuten gehört haben, aber nicht wissen, wo sie hängen — das sind diejenigen, welche den Schiffsrhedern sagen, „sie müssen auf ihren Auswandererschiffen einen Ventilator anbringen“ und denen der Rheder antwortet, um einen Ventilator handelt sich's gar nicht, denn meine Schiffe haben deren alle zwanzig, dreißig — sondern nur darum, daß Sie mir angeben, wie ich Raum erhalte, um statt dreißig, deren sechszig anzulegen — das sind diejenigen, welche wissen, die Gasbeleuchtung wird durch Wasserstoffgas bewerkstelligt, indeß dieses doch beinahe gar nicht leuchtet; das sind diejenigen, die da wissen, daß Sauerstoff der brennbarste Körper ist und der Sauerstoff doch gerade unter allen Elementen dasjenige ist, welches gar nicht brennt; nun kommen diese schlimmen Leute, die Halbwisser nämlich, und sagen: wenn man einen Blitzableiter auf ein Haus setzt und die Stange vom Dache in die Erde führt, so muß man der besseren Elektricitätsleitung wegen diese Stange in Kohlen einfüttern, man muß sie in eine Grube leiten, welche voll Kohlen geschüttet ist. Dies wäre der Theorie nach so weit ganz richtig, wenn die Kohle den Blitzableiter so vielfältig berührte als feuchte Erde, und wenn die Kohlen trocken blieben; beides findet aber nicht statt, die Kohle berührt die Stange an hundert Punkten, die feuchte Erde an tausendmal so vielen, die Kohle bleibt nicht trocken, sondern sie wird bald feucht, und beim ersten Regen naß und bleibt alsdann naß, wegen ihres großen Absorptionsvermögens für die Feuchtigkeit — so leitet sie nun nicht besser als die nasse Erde und da sie die Eisenstange in tausendmal weniger Punkten berührt als die Erde, so leitet sie tausendmal schlechter die wegzuschaffende Elektricität. Mit dieser Anwendung der Kohle ist es also nichts. Das viel bessere ist, die Eisenstange so tief in die Erde zu leiten, daß dort selbst im trockensten Sommer, die Erde noch feucht bleibt, sieben bis acht Fuß. Kann man die Stange gar in einen Brunnen führen, so ist das non plus ultra erreicht.

Wir sind wegen der physikalischen Eigenschaften vieler Körper gezwungen, einen Abschnitt dieses Buches der Elektricität zu widmen — dort werden meine Leser das Weitere über das Verhältniß der Kohle zur Elektricität finden.

Die Kohle ist ein sehr entzündlicher Körper, sagen sehr viele — die Kohle ist beinahe gar nicht, oder doch nur äußerst schwer verbrennlich, sagen die anderen; sie haben beide Recht, Diamant, reiner Kohlenstoff, bleibt in der Glühhitze unverändert und verbrennt nur im Sauerstoffgase, aus Graphit macht man die trefflichsten Schmelztiegel, in denen man Gold in Fluß bringen kann, ohne daß sie sich verändern, und einen Graphitstengel kann man stundenlang in ein brennendes Licht halten, ohne daß er sich entzündet, — er kann glühend werden, erlischt aber sofort, wenn man ihn wieder aus der Flamme zieht — nicht so die gewöhnliche Holzkohle; die Schmiedekohle wird schon ziemlich leicht glühend, die Bäckerkohle wird von einem Fidibus in Gluth gebracht und fein vertheilte Kohle, solche wie der Tischler sie aus Hobelspänen, oder die Hausfrau in den kleinen Städten zum Theile noch jetzt aus Lumpen brennt, fängt Feuer durch den Funken, welcher der Feuerstein vom Stahl losreißt.

Wir haben also auch in dieser Eigenschaft eine solche Mannigfaltigkeit von Abstufungen, wie man sie nur irgend erwarten kann bei einem so vielgestaltigen Körper als die Kohle ist.

Je dichter die Kohle ist, desto schwerer verbrennt sie; im Sauerstoff zum Glühen gebracht oder glühend hinein gehängt, verbrennt alle Kohle; je dichter die brennbare Kohle aber ist (Graphit und Anthracit als untauglich zur Ernährung der Flamme ausgeschlossen) desto schwerer wird sie entzündet, desto mehr Hitze giebt sie aber auch, wenn sie einmal in Gluth ist. Man verkauft die Kohlen nach dem Maaße, dies ist ein ganz falsches Prinzip; in zwei gleichen Maaßen kann eine um volle hundert Procent verschiedene Werthmenge enthalten sein. Ist die Kohle aus Buchenholz, aus Aesten und Zopfenden tüchtiger, ausgewachsener Bäume gewonnen, so wiegt sie doppelt so viel als diejenige Kohle, welche aus jungen Fichten oder Tannenbäumen gemacht ist, die etwa durch die Fichtenraupe getödtet sind. Die technische Erfahrung hat übrigens Schmiede und Schlosser gelehrt, daß zur Bearbeitung des Eisens ein Gemenge von Kohlen harten und weichen Holzes besser ist als Kohlen einer Gattung allein. Leider haben sich nicht blos für die Heizung, sondern auch für die Bearbeitung der schmiedbaren Metalle die wohlfeileren Steinkohlen sehr allgemein verbreitet; ein großer Schaden für das Eisen, welches dadurch in seiner Qualität entschieden verliert, erstens, weil es in der viel höheren Temperatur eines weißglühenden Steinkohlenhaufens verbrennen kann, wenn nicht die äußerste Vorsicht gehand-

habt wird, was gewiß nicht jeder Geselle thut, zweitens, weil auch bei dieser äußersten Vorsicht der Abgang an Glühspan oder Hammerschlag, an oxydirtem Eisen viel größer ist, als bei Holzkohlenfeuerung, endlich drittens, weil durch Steinkohle das Eisen immer verunreinigt wird durch den in diesem Mineral enthaltenen Schwefel, der in der Weißglühhitze mit dem Eisen verbunden, dasselbe rothbrüchig macht.

Der Sauerstoff der Luft und des Wassers scheinen nicht den geringsten Einfluß auf reine Kohle (bei gewöhnlichen Temperaturen) zu haben. Die Dinte der alten Griechen und Römer war eine Art Tusche, die Dinte der Chinesen ist es noch, sie kennen keine andere. Diese Dinte bestand und besteht aus fein geriebenem Ruß mit Leimwasser oder Gummiwasser angemacht. Die mit dieser Dinte gefertigten Manuscripte haben sich in den Bibliotheken von Herkulanum und Pompeji seit beinahe 2000 Jahren unverändert gehalten, selbst die Erhitzung derselben bis zur anfangenden Verkohlung des Pergamens, hat die ganz verkohlte Substanz der Dinte nicht alterirt, ebenso hat man chinesische Manuscripte oder Tuschdrucke (die ältesten Stereotypen, jede Seite ist besonders auf ein Stück Holz geschnitten, so ist es bei allen ihren Werken, so weit sie durch den Druck vervielfältigt sind; der Druck mit beweglichen Typen ist noch nicht bis zu ihnen gedrungen, auch vielleicht nicht ausführbar, da sie 80000 Schriftzeichen haben sollen) welche nicht allein 500 Jahr zählen, wie die von Marco Polo mitgebrachten, sondern solche, die bis 1000 Jahr vor den Beginn unserer Zeitrechnung hinaufreichen. Diese Schriftzüge auf ihr eigenthümlich gefilztes Pflanzenfaserpapier aufgetragen, haben sich nun bereits 3000 Jahre lang gehalten und sind noch immer so schwarz wie solche aus frischer Tusche gemachten.

Das Wasser wirkt nicht auf die Kohle, so wenig wie die Kohle auf das Wasser; daß sie dasselbe reinigt, ist eben ein Beweis, daß sie nicht darauf wirkt, sonst würde sie reines Wasser verändern, sie entläßt dasselbe aber völlig unverändert, dagegen nimmt sie aus dem Wasser die Unreinigkeiten auf und dient als ein unvergleichliches Filtrum, indem Wasser, welches Monate lang auf Leichen gestanden, oder, welches beinahe noch übler ist, Wasser der Seine und der Themse unterhalb der beiden Hauptstädte, durch dieses Filtrum vollkommen gereinigt ausfließt. Man nennt dieses die „desinficirende Kraft der Kohle", sie nimmt auch Farbestoffe aus Flüssigkeiten auf, daher man von einer „entfärbenden Kraft der Kohle" spricht. Sie verschluckt hierbei allerdings eine große Menge Wasser und es kann beinahe bis zu einem gleichen Volumen gehen, durch Erwärmung kann man aber dieses Wasser gleichfalls ganz rein und unverändert zum größten Theile wieder erhalten, einen geringen Antheil desselben hält die Kohle selbst in der Glühhitze fest.

Eine besonders wichtige Eigenschaft der Kohle ist die Fähigkeit, Gase in großer Menge in sich aufzunehmen und zu verschlucken, zu verdichten, so daß funfzig und mehr mal der Raum der Kohle an Gas in sie eindringt. Ein Kubikzoll frisch geglühter Holzkohle, in Quecksilber abgelöscht, nimmt vom Sauerstoffgas 10 Kubikzoll, vom kohlensauren Gas 35 Kubikzoll, vom Schwefelwasserstoffgas 55 und vom Ammoniakgas 90 Kubikzoll auf. Will man also eine Senkgrube, in welcher vorzugsweise die beiden letztgenannten Gase vorwalten und den pestilenzialischen Geruch verursachen, desinficiren, so genügen auf eine solche von 1000 Kubikfuß Inhalt, 12 Kubikfuß zerkleinerter Kohle und selbst dann wird noch Kohle im Ueberschuß vorhanden sein. Da die Kohle ein wohlfeiles Material ist, wird man natürlich den Ueberschuß vergrößern, man wird doppelt so viel anwenden als nöthig ist, um die Desinfection recht vollständig zu machen und um sie zu beschleunigen; allein nöthig wäre dies nicht, denn die oben angegebenen Zahlen stützen sich auf die Versuche berühmter Gelehrten.

Da die Kohle selbst einen großen Raum einnimmt, da die Kohle selbst von diesem Kubikzoll oder Kubikfuß eine beträchtliche Räumlichkeit erfüllt, so werden die 90 Kubikzoll nicht auf einen Zoll, sondern noch auf viel weniger zusammen gedrückt und dies brachte Mitscherlich auf den Gedanken, die Gase möchten durch eine solche Compression wohl in den flüssigen Zustand übergehen, er glaubte diese Ansicht auch dadurch stützen zu können, daß durch die Verdichtung der Gase bedeutende Quantitäten Wärme frei werden. Eben durch diese Beobachtung und die erforderlichen Berechnungen kam der französische Chemiker Favre noch zu dem weiter gehenden Schlusse, daß manche Gase, z. B. die Kohlensäure, innerhalb der Poren der sie absorbirenden Kohle nicht nur flüssig, sondern sogar in festem Zustande enthalten seien.

Natürlich ist dieses Absorptionsvermögen verschieden in verschiedenen Kohlensorten, eben so ist es auch mit der Eigenschaft, Flüssigkeiten zu reinigen oder zu entfärben. Man hält die Knochenkohle für die wirksamste; dies ist jedoch durchaus nicht der Fall, denn schon geglühter Kiehnruß entfärbt viermal so gut (wir wollen sagen eine schwache Indigoauflösung soll entfärbt werden), so thut eine gewisse Quantität Knochenkohle dieses für ein Pfund der Auflösung, während Kiehnruß vier Pfund derselben Lösung entfärbt. Aber Kiehnruß mit Pottasche geglüht, entfärbt 15 Pfund.

Die wirksamste ist übrigens immer die thierische Kohle (nur nicht die Knochenkohle, denn in dieser ist viel mehr Kalk als Knochen); Eiweiß oder Leim mit Pottasche geglüht, entfärbt 35mal so viel als Knochenkohle, und Blut mit Pottasche geglüht entfärbt 50mal so viel. Warum man Knochenkohle theurer bezahlt, da ein gleiches Gewicht mit Pottasche geglüh-

ter Kiehnruß höchstens doppelt so viel kostet und funfzehn mal so viel leistet, ist doch schwer zu errathen.

Kohle hat noch eine höchst schätzenswerthe Eigenschaft, sie ist durchaus fäulnißwidrig. Da sie Gase absorbirt, Schwefelwasserstoffgas und Ammoniakgas in ganz besonderer Menge, so war der Vorschlag von Stenhouse, die Kirchhöfe drei Zoll hoch mit Kohlenpulver zu beschütten, um alle schädlichen Ausdünstungen zu beseitigen, so weit ganz natürlich, als dadurch die aus den Gräbern von den verwesenden Leichen aufsteigenden Gase allerdings in der Kohle zurückgehalten würden (natürlich nur bis zur Sättigung der Kohle damit, dann würde das ferner sich entwickelnde doch wieder an der gesättigten Kohle vorbei streichen), aber die Fäulniß selbst würde nicht gehemmt werden. Turnbull aber hat die Cadaver zweier Hunde in Kohle verpackt und hat nicht die Spur von Verwesungsgeruch an der Kiste wahrgenommen, wohl aber bemerkt, daß nach einem halben Jahr die beiden Cadaver bis auf die Knochen verschwunden waren.

Von dieser fäulnißwidrigen Eigenschaft könnten die Frauen auf dem Lande während des Sommers sehr gut Gebrauch machen. Wenn man das Fleisch frisch geschlachteter und vollständig ausgebluteter Thiere in mäßigen Stücken in Kohlenpulver verpackt und die Krüge möglichst luftdicht schließt, so hält sich das Fleisch vollkommen frisch viele Wochen lang. Im Augenblick des Bedarfs nimmt man das Fleisch aus den Kohlen, wäscht das Anhaftende mit Wasser ab (was bei trockener Kohle ganz leicht geht, da dieselbe nicht etwa färbt wie Kiehnruß, sondern sich durch einmaliges Eintauchen in Wasser gänzlich entfernen läßt) und man wird es wohlschmeckend und kraftvoll finden, ohne eine Spur von Geruch oder sonst etwas Belästigendem. Jede Hausfrau weiß, daß ein solches Mittel unschätzbar ist, allein der Proviantmeister der Schiffe weiß dies noch besser, seine Offiziere wollen nicht gern täglich gesalzenes Fleisch essen, nun so schafft er sich für dieselben und für die Passagiere gekohltes Fleisch an und in metallenen Büchsen oder in Steinkrügen mit luftdicht schließendem Deckel hält sich das Fleisch Jahre lang, selbst wenn es auf einer Reise nach Indien oder China zweimal den Aequator passiren muß. Man versendet sogar das Fleisch englischer Mastochsen, Hammel und Schweine, sowie die des Hochwildes, man versendet Hasel-, Birk- und Rebhühner, Fasanen und Auerhühner als Handelswaare nach Ost- und Westindien auf die gedachte Weise gegen Fäulniß geschützt.

Benutzung der Kohle.

Nicht leicht hat ein Körper eine mannigfaltigere Benutzung als die Kohle. Man wird dem Verf. vielleicht das Eisen entgegenstellen, welches zu Radbeschlägen und zu Federmessern, zu Hufeisen und zu Dampfmaschinen verwendet wird — allein die Benutzung der Kohle ist eine durchaus andere; immer bleibt das Eisen was es ist, Metall — nur seine Form ist verändert. Nicht so mit der Kohle, die einmal als austrocknendes, ein andermal als reinigendes, ein drittesmal als reducirendes Mittel angewendet wird. — Die Kohle dient um unsere Zimmer zu heizen und die Pläne zu unseren Häusern zu zeichnen, die Kohle dient um den Pfahl in der Erde gegen Fäulniß zu schützen und den Zucker zu läutern, sie diente dem Erbauer des Dianentempels zu Ephesus zum Fundament seines Prachtbaues und dient dem Spiritusfabrikanten zur Entfuselung des Weingeistes, sie dient mir als Zahnpulver und meinem Buchdrucker als Farbe. Diese verschiedenen Anwendungen, die sich hundertfach vermehren lassen, wenn man den kostbaren Damenschmuck, den Diamant und den Schmelztiegel, in welchem das Gold zu seiner Fassung geschmolzen wird, wenn man Champagner und Sodawasser, wenn man das Schießpulver und die voltaische Säule, oder das Licht, welches durch ihre Thätigkeit an sich berührenden Kohlenspitzen erweckt wird und die Verwandlung des Eisens in Stahl in Betracht zieht — weichen so himmelweit von einander ab, daß irgend ein anderes Element damit gar nicht verglichen werden kann.

So ist Kohle ein uns so wichtiger Körper, daß er sich dreist mit dem Eisen messen kann, welches noch zu seinem Nachtheil gar nicht wäre ohne die Kohle, durch die es erst aus seinen Erzen reducirt, durch die es dann geschmolzen, durch die es formbar, durch die es endlich in Stahl verwandelt wird. Die Kohle und das durch sie allein werthvolle Heizmaterial, Holz, Torf u. s. w. in ihrer Verwendung zur Erwärmung unserer Wohnungen zu betrachten, würde uns zu weit führen, und muß der Verfasser deshalb auf Zimmermann, Macht der Elemente, verweisen, davon jetzt die zweite Auflage erscheint, und woselbst die verschiedenen Heizungsmethoden durch die Flamme, die Kohle, durch Wasserdampf und durch Wasser selbst, sowie auch die dazu nöthigen Apparate, Oefen u. s. w. beschrieben sind, für manchen unserer Leser von Wichtigkeit; dagegen

Die Pulverfabrication

dort keinen Platz hat finden können und hier, wo in der Chemie ihr Platz ist, abgehandelt werden soll.

Eine in Deutschland fast allgemein verbreitete Tradition nennt den Mönch Berthold Schwarz als Erfinder des Pulvers; aber nicht nur die Erfindung ist etwas Fabelhaftes, sondern er selbst ist eine durchaus fabelhafte Person, welche mit einem jeden Mönch, der sich während des finsteren Mittelalters der Chemie — das heißt nach damaligem Sprachgebrauch und nach wirklicher Annahme dieses Aberglaubens mit der schwarzen Kunst — beschäftigte, identificiren läßt. Die mehrste Wahrscheinlichkeit hat für sich ein Mönch zu Freiburg im Breisgau, der in der Mitte des 14. Jahrhunderts lebend, nicht etwa Schwarz hieß, sondern Constantius Anklitzen, und der vielleicht wegen seiner Bemühungen um die schwarze Kunst, der schwarze Barthel, Barthel der schwarze, Barthold Schwarz genannt wurde, vielleicht. Er war ein Franciscaner Mönch, beschäftigte sich mit chemischen Versuchen, wurde deshalb als Schwarzkünstler vor das geistliche Gericht gezogen und eingekerkert. Er wird von den meisten deutschen Geschichtsforschern als der Erfinder des Pulvers genannt.

Geschichte nannte man sonst eine Aufstellung der Namen von Königen und Feldherrn, sowie eine mit diesen Namen verbundene Aufzählung der Kriegerzahl, welche sie in Schlachten hatten hinrichten lassen, daher man auch aus jener Zeit mit irgend einem Anschein von Gewißheit nichts weiter weiß, als solche Zahlen und Namen. Seitdem man aber mit den Schriften der Chinesen, der Indier, und mit den, unter der Asche der Vulkane erhalten gebliebenen Schriften oder Hieroglyphen der Griechen und Aegypter, ferner der Araber bekannt geworden ist, weiß man, daß eine große Menge von Erfindungen tausende von Jahren früher bekannt gewesen, als die Nachricht davon in dem mittleren und nördlichen Europa auftauchte.

So nun ist es auch mit dem Schießpulver, wie es mit der Vervielfältigung der Bücher, wie es mit dem Kompaß, wie es mit den Blitzableitern ist, man findet die Spuren dieser Erfindungen schon in viel tieferen Fernen als die Sage angiebt und so gut wie die spitzen, wunderlichen Porzellanthürme der Chinesen (deren Zweck man bis vor Kurzem gar nicht kannte) etwas bunte, nach dem Geschmack jenes wunderlichen Volkes eingerichtete Blitzableiter sind, deren Abbilder schon in den ältesten Encyklopädieen vorkommen, eben so gut wird zu Kunst- und Lustfeuerwerken in

diesen Encyklopädieen eine schwarze, bald lockere, bald festgedrückte Mischung aus Kohle, Salpeter und Schwefel beschrieben, die keinen Zweifel daran aufkommen läßt, daß es unser Schießpulver sei, von welchem dort gehandelt wird.

Nach Europa und zwar nach Byzanz ist es durch die Araber gekommen, welche, die Vermittler des Morgen- und des Abendlandes, aus dem persischen und dem arabischen Meerbusen Reisen nach Indien und China machten, lange bevor Alexander der Große seinen Zug nach Indien antrat und welche nun, wie sie in Kleinasien bekannt wurden, mit den dort angesiedelten Griechen und Römern, ihren Handel nach Sicilien, nach Griechenland, nach Thracien, nach dem Pontus euxinus ausbreiteten und zur Zeit der sinkenden Größe des byzantinischen Kaiserthums demselben noch ein halbes Jahrhundert hindurch eine Stütze gewährten — durch das sogenannte griechische Feuer.

Daß dieses nichts anderes gewesen sei als Schießpulver (in schlechterer Art als wir es kennen und neuerdings erst machen gelernt haben) geht aus der Belehrung des Marcus Gräcus, eines Schriftstellers des siebenten Jahrhunderts hervor, der ganz einfach sagt: „um das liber ignium zu erzeugen nimm ein Pfund lebendigen Schwefels, zwei Pfund Kohlen und drei Pfund Sal petrosum (hiervon kommt der deutsche Name Salpeter), welche drei Stoffe du unter marmornen Steinen auf das sorgfältigste zerkleinern und mischen mußt."

Er fügt nun noch des Ferneren hinzu, wie man es zu Zündkugeln, zu Sprengkugeln formen, gewissermaßen Raketen daraus machen könne und beweist durch den ganzen Verlauf seiner Beschreibung, daß jenes einst so berühmte und berüchtigte, ja späterhin sogar für fabelhaft erklärte griechische Feuer, wirklich nichts weiter gewesen als Schießpulver, immerhin etwas genügend Schreckliches, wenn es auch hinsichtlich seiner ihm angedichteten Eigenschaften den Leuten der damaligen Zeit auf eine Hand voll Noten nicht ankam.

Als im Jahre 1241 die furchtbare Tatarenschlacht in Schlesien geschlagen wurde, von welcher das auf jener Stelle erbaute Dorf den Namen „Walstatt" erhielt, war ein schrecklicher Bundesgenosse jenen Barbaren, gegenüber den ganz in Eisen gehüllten Rittern, das griechische Feuer, welches jenen gestattete, große und kleine Steine und Eisenmassen auf ihre Feinde zu schleudern, gegen welche Waffen keine Tapferkeit und kein Harnisch etwas half.

Albertus magnus im Jahre 1260 Bischof von Regensburg, Hauptlehrer der scholastischen Philosophie und der aristotelischen Physik, wegen seiner großen Gelehrsamkeit in den Naturwissenschaften für einen Zauberer

und Schwarzkünstler gehalten, beschreibt in seinem Buche de mirabilibus mundi die Bereitung und Anwendung des Schießpulvers ganz in der Art, wie es oben geschehen und so sehen wir daß, wenn Berthold Schwarz oder Const. Anklitzen wirklich aus Kohle, Salpeter und Schwefel eine Mischung bereitete, in einem Mörser stampfte und diese sich durch einen zufällig hinein fallenden Funken entzündete, eine Explosion verursachte, welche den Stößel, der noch dazu mit einem Steine beschwert war, an die Decke des Gewölbes schleuderte — die Mischung nicht seine Erfindung war, da sie in einem Buche beschrieben worden, welches ein Jahrhundert früher geschrieben, sich in Abschriften verbreitet hatte und nirgends leichter zu finden war als in Klöstern, den einzigen Zufluchtsstätten der Wissenschaften, welche von den vornehmen Räubern vernachlässigt, verachtet, indem nur die Führung des Schwerdtes Ruhm brachte, dort von den Mönchen, zum Theil aus Langeweile gepflegt wurden.

Das griechische Feuer diente den Byzantinern, um Steine und Eisen aus kupfernen Röhren auf feindliche Schiffe zu schleudern, die Araber bedienten sich desselben um das Jahr 1080 in ihren Seegefechten im Mittelmeer, die Saracenen bedienten sich desselben im Jahre 1250 bei der Belagerung von Damiette, alles Jahrhunderte vor dem angeblichen Erfinder Berthold Schwarz. Aber völlig unwahrscheinlich wird die Sache dadurch, daß schon wenige Jahre nach seiner angeblichen Erfindung große Geschütze gefunden werden. Wenn es auch zweifelhaft sein sollte, ob die canones, deren sich die Franzosen im Jahre 1346 in der Schlacht bei Crecy bedient haben, wirklich unsere Kanonen gewesen, so ist doch historisch festgestellt, daß in einer Rechnung der Stadtverwaltung von Nürnberg vom Jahre 1350 **gekauftes** Geschütz und Pulver vorkommt. Wie viel Zeit mußte von der Erfindung des Pulvers vergehen bis zu der Möglichkeit, daß Kanonen eine Handelswaare geworden — dies macht sich nicht in einem halben Dutzend Jahre. Man möge an unsere Zeit und unsere Hülfsmittel denken und sich fragen, ob Dampfschiffe, Eisenbahnen, Gasbeleuchtung sich wohl so schnell Eingang verschafft haben — wie wollte so etwas vor 500 Jahren so schnell gehen!

1356 hatten die Markgrafen von Meißen bereits ein mächtiges Geschütz; 1360 befand sich in Lübeck eine Pulverfabrik und das Rathhaus der Stadt flog in die Luft durch die Unvorsichtigkeit der Pulvermacher; 1361 wurde ein dänischer Prinz in einem Seegefecht mit den Lübeckern durch eine Bombarde verwundet, um dieselbe Zeit schaffte sich auch der Herzog von Braunschweig, schafften sich auch die größeren Reichsstädte, wie Augsburg, Geschütze für ihre Wälle an; im Jahre 1366 wurden sie in Italien von Deutschland aus bekannt und seit dem Jahre 1372 in den wüthenden Par-

teikämpfen, welche dieses unglückliche Land zerrissen, häufig gebraucht. Von da an machte das Pulver seinen Besuch bei allen Nationen von Europa, in Deutschland half es den allgemeinen Landfrieden begründen und die Raubritter zu Paaren treiben, indem die Stimme der faulen Grete ihnen dergestalt in die Ohren gellte, daß nicht allein sie, sondern sogar ihre Schlösser zusammenstürzten.

Materialien zur Pulverbereitung.

Noch immer, wie zur Zeit da Marcus Gräcus das griechische Feuer beschrieb, macht man dasselbe, welches jetzt unter dem Namen Schießpulver*) in Jedermanns Hand ist, aus Kohle, Schwefel und Salpeter.

Seit etwa 30 bis 40 Jahren hat man versucht, dasselbe durch Zusatz von Knallpräparaten, Knallquecksilber oder chlorsaurem Kali zu verstärken. Man hat jedoch nichts gewonnen und ist immer zu den alten Materialien zurückgekehrt, nur wendet man dieselben von der größten Reinheit an und hat auch die Verhältnisse sehr geändert.

Diese letzteren betreffend, so hat die Theorie sich sorgsam damit beschäftigt, die besseren und richtigsten aufzufinden; Regnault sagt: Ein Aequivalent Salpeter mit einem Aequivalent Schwefel und drei Aequivalent Kohle, also $KaO, NO_5 + S + 3C$ geben $KaS + N + 3CO^2$.

Die Verbrennungsprodukte von Salpeter, Schwefel und Kohle in den angegebenen Verhältnissen bilden Schwefelkalium, Stickstoff und Kohlenoxyd.

In Gewichtmengen ausgedrückt, hat man 74,8 Salpeter, 11,8 Schwefel und 13,4 Kohle. Mehr oder minder weichen alle Fabrikate von dieser theoretischen Bestimmung ab, allein mit Unrecht, denn das preußische Militairpulver, welches fast ganz genau mit diesen Bestimmungen zusammenhält, ist bekannt als das wirksamste und widerstandsfähigste Pulver, das man überhaupt kennt. Es besteht aus 75 Salpeter, 11,5 Schwefel und 13,5 Kohle, offenbar nur, um den Arbeitern ganze Zahlen (ohne Decimalstellen) an die Hand zu geben, denn bei der fabrikmäßigen Bereitung sagt man 150 Salpeter, 23 Schwefel und 27 Kohle, genau dasselbe wie vorhin, dem Arbeiter aber leichter faßlich und behaltbar.

Die Franzosen haben die Zahlen 150 und 25 und 25, welche schon mehr abweichen, aber sie haben auch noch ein Sprengpulver, welches in

---

*) Bei den Engländern „Gun powder" Kanonenpulver, so nennen sie auch das feinste Pirschpulver in ihrer eckigen, unbehülflichen Mischlingssprache.

den Bergwerken sowohl, als in den Kriegen zu den Minen verwendet wird und eine völlig andere Zusammensetzung hat, nämlich 124 Salpeter, 40 Schwefel und 36 Kohle. Dieses zündet viel langsamer, wirft das Projectil lange nicht so weit als das andere und schmutzt so sehr, daß der Flintenlauf nach einigen Schüssen schon ganz naß ist. Diese durchaus unzweckmäßige Anordnung hat nur einen staatswirthschaftlichen Grund; das feine Jagdpulver ist sehr hoch besteuert, das Sprengpulver nicht, damit nun der Jäger nicht dieses wohlfeilere Pulver kaufe, wird es so schlecht gemacht, daß er es nicht brauchen **kann**; für den Bergmann ist es gleichgültig, ob es so rasch im Schusse zusammen brennt wie erforderlich oder nicht, für ihn ist auch gleichgültig, ob das Bohrloch schmutzig wird oder nicht, und endlich kommt es auch im Kriege nicht darauf an, ob eine Colonne, welche über eine Mine marschirt, während dieselbe in die Luft gesprengt wird, fünfzig Fuß oder fünfundsiebenzig Fuß hoch fliege, und so wäre diese absichtliche schlechtere Bereitung dadurch gerechtfertigt, wie denn überhaupt Steuern alles rechtfertigen.

Schießpulver nach dem richtigen Verhältnisse zusammengesetzt entwickelt so viel gasförmige Stoffe, daß sie 330mal das Volumen des angewendeten Schießpulvers haben. Bedenkt man nun noch, daß diese Gase und Dämpfe im rothglühenden, ja bei Kugelbüchsen, wo die fest eingesetzte Kugel einen größeren Widerstand leistet, im weißglühenden Zustande, also räumlich noch fünf bis sechs mal so ausgedehnt sind, so wird die gewaltige Wirkung des Pulvers ganz erklärlich, und eben so wird erklärlich, daß eine Windbüchse niemals das Schießgewehr ersetzen kann, denn Niemand vermöchte den Windbehälter so zu laden, daß er für 15 oder 20 Schuß eine, bis auf das nahezu 2000fache, comprimirte Luft enthielte!

Zubereitung der Kohle.

Wir haben weiter oben bereits von der Verkohlung des Holzes in eisernen Cylindern gesprochen und dürfen hier für die Verkohlung behufs der Pulverfabrikation nur wenig hinzufügen. Fig. 421 zeigt uns nochmals die zwei nebeneinander liegenden Cylinder im **Quer**durchschnitt, Fig. 422 zeigt einen solchen Cylinder im **Längs**durchschnitt, dieselben Buchstaben bedeuten in beiden die nämlichen Gegenstände und können wir wegen der Beschreibung auf S. 406 zurückweisen.

Das Holz, welches man zur Pulverfabrikation anwendet, muß immer harzfrei, darf also weder Föhren- noch Lerchen-, ja nicht einmal das weichste

Fichtenholz sein. Wenn es zu erlangen, wenn es nicht zu theuer ist, so nimmt man Faulbaumholz (Rhamnus frangula), wenn es nicht zu erhal-

Fig. 421.

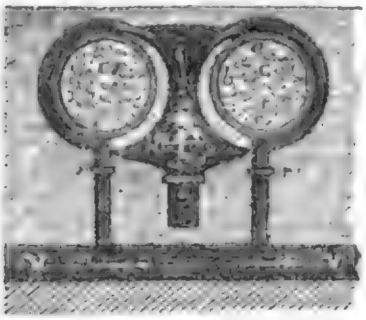
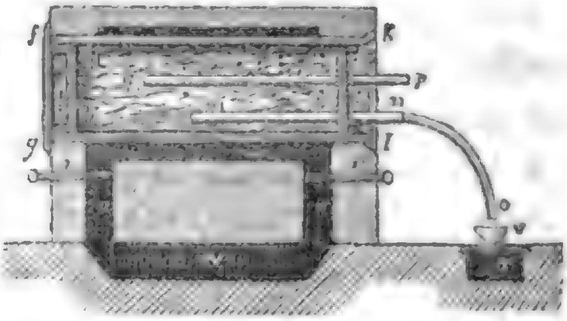


Fig. 422.



ten, so wendet man Pappel-, Weiden-, Erlen-, Haseln-, Kastanienholz, oder man wendet auch Hanfstengel an, welche eine zu diesem Behuf sehr gute Kohle geben. Man wählt nur gerade Zweige, niemals Holz des Baumes selbst, man schält auch die Zweige, weil die Rinde zu viel Asche liefert, endlich nimmt man selbst von den Zweigen keine, die mehr als einen Finger dick sind, oder man spaltet die stärkeren, bis sie auf diese Dimension herabgebracht sind.

Die Verkohlung dauert vier bis sechs Stunden, während welcher das Feuer zwischen je zwei Retorten lebhaft unterhalten wird. Damit dasselbe nicht eine Stelle viel stärker erhitze als eine andere, beschlägt man die Seite der Cylinder, welche von dem Feuer direct getroffen wird, mit Thon, die heiße Luft circulirt um den ganzen Cylinder; an dem Rauche, an der Farbe desselben, erkennt man das Fortschreiten der Operation; will man schwarze Kohle haben, so schließt man die Oefen (wodurch das Feuer erstickt wird) wenn kein Rauch mehr kommt. Will man die zum feinerem Pulver erforderliche Rothkohle haben, so schließt man die Züge bevor noch der Rauch aufgehört hat und Erfahrung lehrt den Arbeiter, in welchem Stadium der Rauchfarbe er die Heizung unterbrechen müsse, die Verkohlung setzt sich von selbst fort im Innern der Cylinder.

Sind dieselben erkaltet, so werden die verkohlten Stäbe herausgenommen und nach ihrer Farbe sortirt, denn nach der Lage in den Gefäßen und nach der Entfernung von der Wandung derselben haben sie einen verschiedenen Grad der Verkohlung erlitten, bei dem Pulver aber ist es von Wichtigkeit, daß die Verkohlung vollkommen gleich sei.

Für weniger feine Sorten Pulver verfährt man nicht so sorgfältig. Man gräbt z. B. halbkugelförmige, vier Fuß weite gußeiserne Kessel in die Erde, wirft einige Hände voll Holz hinein und zündet dasselbe an; so wie es gut brennt, wird es mit anderem Holze bedeckt und so geht es weiter, daß man immer eine neue Schicht Holz auflegt, sowie die vorherige im vollen Brennen ist, die Verkohlung wird dadurch begünstigt, die eigent-

liche Verbrennung beeinträchtigt. Wenn man den Kessel ganz voll hat, so deckt man ihn mit einem eisernen Deckel gut zu. Die Verbrennung wird natürlich sofort unterdrückt, die Verkohlung der obersten Schicht schreitet aber unter der Decke langsam fort und dann erlischt die Kohle.

Auch die so bereitete wird sortirt nach ihrer Farbe, im Innern ist aber Schwarzkohle, an den Wänden, wo die Hitze nach außen abgeleitet worden, ist die Verkohlung gewöhnlich nur bis zur rothen vorgeschritten.

Noch eine ganz ähnlich betriebene Verkohlungsart ist die in Gruben, sie wird genau so betrieben wie in Kesseln, ist jedoch durchaus verwerflich, weil nicht zu vermeiden ist, daß Sandkörner zwischen die Kohle kommen, wodurch die ferneren Operationen höchst gefährlich werden.

Unter allen Umständen werden die Kohlen auf das sorgsamste untersucht und sortirt; die zu stark verkohlten Stücke würden ein sehr schlechtes Pulver liefern, sie werden eben so gut verworfen wie die nicht genügend verkohlten, welche man nicht würde pulverisiren können. Die brauchbaren scheidet man in zwei Klassen; die Schwarzkohle wird zum gewöhnlichen, die Rothkohle zum feinsten Pirschpulver verarbeitet, sie giebt ein vortreffliches, äußerst rasch verbrennendes Pulver, welches jedoch nur zum Jagd-, nicht zum Kriegsgebrauche tauglich, indem es die etwas rüde Behandlung in den Kommißgewehren nicht zum besten erträgt; es ist zerbrechlich, zerreiblich.

Die Kohle wird sofort in den Laboratorien weiter verarbeitet; man brennt darum täglich Kohle, um täglich die nöthige Menge frisch zu haben, ein längeres Liegen an der Luft macht dieselbe weniger werthvoll. Zuerst wird die Zerkleinerung vorgenommen, man verwandelt jede Sorte Kohle für sich in ein feines, nicht mehr zwischen den Fingern fühlbares Pulver, es geschieht durch Stampfen oder durch Reiben. Das erstere betreffend, so zeigt Fig. 423 eine solche Stampfmühle von einer Seite.

CK ist ein Zahnrad, an dessen beiden Seiten Wellbäume mit Triebrädern laufen, wie hier auf einer Seite solch ein Baum OAB mit dem dazu gehörigen Trieb L sichtbar ist; der andere Baum steht diametral diesem ersten gegenüber und während das Rad CK niedergehend, den sichtbaren Wellbaum so umdreht, daß seine äußere Seite gehoben wird, dreht eben dasselbe Rad auf der entgegengesetzten Seite empor steigend den Trieb des Wellbaums, so daß seine innere (nach dem Hauptrade gekehrte Seite) gleichfalls emporsteigt. Hierdurch werden die Zapfen oder Daumen CC — — — C, welche sich in einer lang gezogenen Spirale um den Wellbrum schlingen, nach und nach empor gedreht und sie heben die Stampfen eine nach der anderen, jede zweimal bei einer einmaligen Umdrehung des Wellbaumes.

In der Regel hat man an jedem Wellbaum zehn Stampfen, welche

in den Rahmen s a s'a' sehr regelmäßig laufen und so auf einander folgen, daß ein ununterbrochenes Pochen der Kohle stattfindet. Die Stampfen,

Fig. 423.

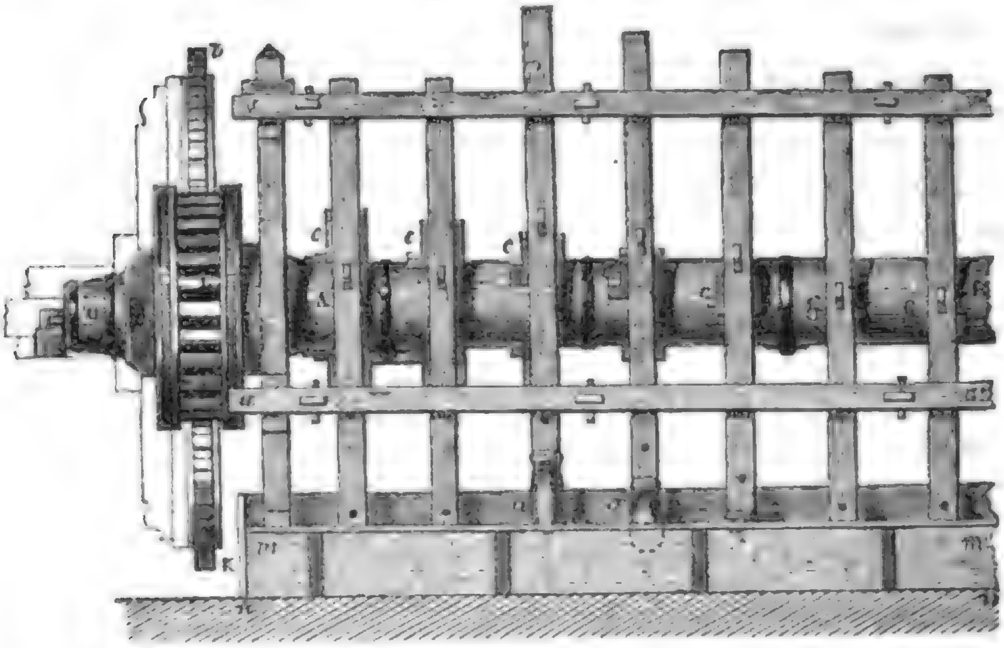
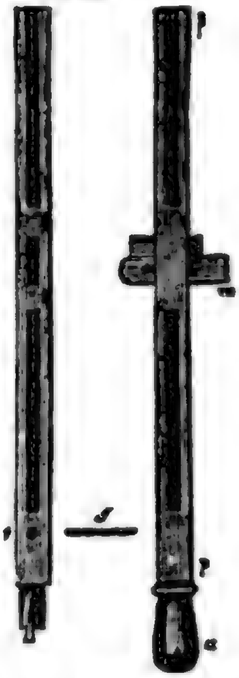


Fig. 424.



welche die Fig. 424 einzeln von zwei Seiten zeigt, sind von p bis p gewöhnlich 6 Fuß lang, sind viereckig und haben an beiden Seiten eine Nute, welche durch einen Zapfen innerhalb ihres zugehörigen Rahmens dazu dient, sie regelmäßig laufen zu lassen; m ist der vorstehende Zapfen, an welchem sie durch die Daumen des Wellbaumes gehoben werden. Der Kopf dieser Stampfe besteht aus einem birnförmig gegossenen und abgedreheten Stück Messing a, welches mit einem Ansatz versehen, durch einen Riegel s in der Stampfe befestigt wird.

Zwei solcher Stampfen stehen immer unter sich etwas näher zusammen als mit den anderen. Dies geschieht damit man die beiden Mörser, zu denen sie gehören, in einem Klotz vereinigen, zugleich aber eben diesen Klotz von den anderen vier Klötzen absondern könne, damit jeder nur durch den Stoß erschüttert werde, der ihn unmittelbar trifft; säßen alle zehn Mörser in einem Balken, so würde der erste Stoß den letzten und der letzte Stoß alle übrigen bis zum ersten Mörser erschüttern und dies würde bald zur Zerstörung des Apparats führen, so sind die Stücke alle gesondert und jedes hat nun für sich fest zu stehen.

Fig. 425.

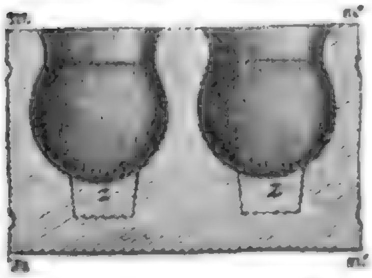


Fig. 425 stellt den Durchschnitt zweier solcher Mörser in ihren Klötzen dar, man sieht, daß sie in der Mitte am weitesten sind und eine Schnürung, einen Hals haben; dies geschieht, damit das durch den Schlag der Stampfe gegen den Boden des Mörsers nach den Seiten getriebene Pulver nicht hinausfliege, sondern durch die Biegung des Mörsers in

seinem Wege genau bestimmt, nach der Mitte desselben geworfen werde. Der Klotz mn m'n' besteht aus liegendem Langholz, in dieser Lage erträgt das Holz nicht viel Druck, noch weniger wiederholte Stöße. Der Schooß der Mörser würde mithin sehr bald das unter ihm befindliche Langholz zermalmt haben und nun auf einer so faserigen Unterlage ruhen, daß sie keinen geeigneten Widerstand leistete und mithin der Boden des Mörsers bald ausgestoßen sein würde. Um dies zu verhindern, meißelt man aus dem Langholz viereckige oder runde Höhlungen aus und setzt in dieselbe aufrecht stehendes oder Hirnholz ein, auf diesem ruht nun der Schooß des Mörsers und dieses wird nicht so leicht zertrümmert.

Die Methode der Stampfen ist übrigens so ziemlich veraltet und wird nur noch in einigen Fabriken zur Bereitung ordinairer Sorten angewendet. Das Verfahren ist folgendes:

Jeder Kessel oder Mörser kann bequem 20 Pfund fassen, unter der 80 Pfund schweren Stampfe sind die Kohlen, davon man zuerst 2½ Pfd. einlegt und ungefähr mit dem gleichen Gewicht Wasser benetzt, bald zerstoßen; eine halbe Stunde genügt, nun bringt man 2½ Pfd. Schwefel und 15 Pfd. Salpeter, grob zerstoßen und benetzt, dazu, und läßt dann die Mühle weiter wirken. Abermals nach etwa einer halben Stunde wird der Inhalt der Mörser gewechselt. Ist die Mühle im richtigen Zuge, so hat in dieser Zeit jeder Kolben 2000 Schläge gethan, die Masse, von unten weggeschlagen, steigt an den Seiten des Mörsers empor und bei der Verengung desselben fällt sie wieder in die Mitte des Kessels zurück, um denselben Weg wieder und immer wieder zu machen.

Nun räumt man die Kessel aus, bringt den Inhalt des zweiten in den ersten, den des dritten in den zweiten u. s. f., bis endlich der letzte leer ist und man in diesen den Inhalt des ersten Mörsers bringt. Dieses Wechseln wäre vielleicht ganz überflüssig, wenn man sich auf die Gewissenhaftigkeit der Arbeiter verlassen könnte, es kommt natürlich allein darauf an, daß diejenigen Theile des Teiges, welche sich an den Wänden der Kessel ansetzen, losgekratzt und wieder unter die Stampfen gebracht werden; geschieht dies, so ist begreiflich es ganz gleichgültig, ob der Inhalt des zweiten Kessels im ersten, oder ob er im dritten weiter gestampft wird; um jedoch die Arbeit ordnungsgemäß und so einzurichten, daß wirklich dasjenige geschieht, was nöthig ist, fügt man noch eine Arbeit (das Wechseln) hinzu, welche unnöthig ist.

Wenn die Masse in den verschiedenen halbstündigen Unterbrechungen circa 30000 Schläge erhalten hat — was etwa in 14 Stunden geschehen — so hält man dieselbe für reif, für vollkommen gemengt, sie wird in höl-

zerne Bottiche gebracht und an denjenigen Ort transportirt, wo man das Körnen bewerkstelligt.

Die jetzt beliebte Methode der Verkleinerung betrifft die Materialien nach einander **einzeln**, das Mengen ist dann eine neue Arbeit, die von dem Zerkleinern ganz abgesondert ist.

Fig. 426.

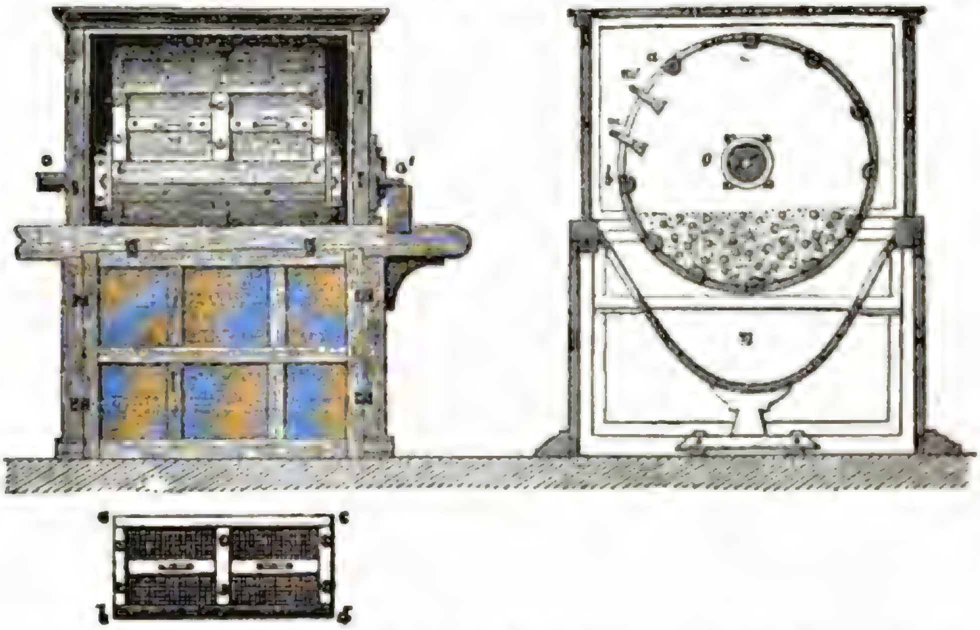


Fig. 426 zeigt **links** die äußere Ansicht eines solchen Zerkleinerungsapparats, rechts dagegen zeigt den Querdurchschnitt desselben. Der Hauptgegenstand ist eine cylindrisch gestaltete Tonne von Eichenholz, drei Fuß lang und eben so im Durchmesser. Von den Dauben, welche sie bilden, ragen zehn bis zwölf, doppelt so dick als die übrigen, nach innen und bilden längs der Wände laufende, abgerundete Vorsprünge a und b. Auf einer Seite befindet sich die Thüre, welche Handhaben mm in der Mitte zeigt, mittelst deren sie ausgehoben werden kann. Durch diese Thür bringt man die Kohle in den Stücken, wie sie aus den Händen des Sortirers kommt, fingerdick und handlang hinein und bringt nun die zerkleinernden Körper hinzu. Dies sind Kügelchen von der Größe kleiner Flintenkugeln und großen Rehposten, d. h. von 2½ bis 4 Linien Durchmesser. Solcher Kugeln, welche die Franzosen „gobilles" nennen, werden 300 Pfund dazu gethan (also wenn sie ein Loth wogen circa 10000 Stück) und nun wird die Maschinerie, welche diese Trommeln um ihre Axen dreht, in Bewegung gesetzt. Diese darf nicht schnell sein, sobald sie so geregelt würde, daß die Centralkräfte sich bemerklich machten, würde der ganze Zweck der Anordnung verloren gehen, die ganze schwere Masse würde an einer Stelle haften, würde durch die Centrifugalkraft an den Umkreis der Trommeln getrieben, immer an einer Stelle bleiben, immerfort umher geführt werden, statt daß bei langsamem Drehen die gehobenen Antheile immer wieder zurückfallen und so mit einer

geringen, aber Millionen- und Milliardenmale wiederkehrenden Kraft, die Kohle und in anderen Tonnen, den Salpeter und den Schwefel ebenso zerkleinern, in Staub verwandeln, bis auch die aufmerksamste Untersuchung mit den fühlenden Fingern nicht den leisesten, die Anwesenheit eines Körpers verrathenden Eindruck wahrnehmen läßt.

Das Zerkleinern dauert lange, der Schwefel fordert sechs volle Stunden, Salpeter etwas weniger, die Kohle wenigstens zwölf Stunden, aber es giebt keine Methode, durch welche die Zerkleinerung so vollkommen ausgeführt würde, als durch diese.

Man muß nun, nachdem die Kohle (oder ein anderes Material) vollständig pulverisirt worden ist, diese von den Kugeln sondern. Es würde schwierig sein, die zehntausend Stück herauszusuchen, darum läßt man sie lieber in der Trommel und sucht das Kohlenpulver heraus. Dieses ist sehr leicht. An die Stelle der hölzernen Thür a m m′ b wird eine gleich große und gleich dicht schließende a b c d aus einem feinen Drahtgewebe gebildet, eingesetzt; sie hat genau die Größe der hölzernen und darf durch etwaige Fugen nichts von ihrem Inhalte entlassen, das Pulver aber, zu welchem die Kohle nach und nach ohne alle gewaltsamen Stöße, geworden ist, entweicht durch das Metallsieb; man läßt die Tonne noch einige Umdrehungen machen, wobei, so oft die Drahtthür nach unten kommt, sich eine Portion davon ausschüttet. Um die Kohle aufzufangen, befindet sich unter der Tonne eine bedeutend große Mulde U, Fig. 426 in die sich die ganze Masse nach und nach ablagert. So wie die Entleerung geschehen, wird der Cylinder von Neuem besetzt, das Drehen nimmt seinen Fortgang.

Schwefel.

Dieser wird in der Regel so fertig gekauft, wie man ihn als Stangenschwefel aus den Fabriken erhält; derselbe bedarf alsdann einer weiteren Reinigung nicht, denn bevor er in den Handel gebracht wird, muß er die nöthigen Reinigungswege wie dieselben Th. I. S. 401 u. f. beschrieben worden sind, durchmachen. Es ist nunmehr weiter nichts nöthig, als ihn gleich den anderen Substanzen in ein unfühlbares Pulver zu verwandeln und dies geschieht in genau eben so construirten Tonnen wie diejenigen sind, von denen wir gesprochen.

Salpeter.

Die Salpetersäure mit einem Alkali verbunden, bildet jenes Salz, welches man Salpeter nennt und wovon es zwei Abarten giebt; die eine wird aus dem Alkali-Kali und der Salpetersäure, die andere aus dem Alkali-Natron und der Salpetersäure gebildet, wegen der Form, in welcher das Salz krystallisirt, heißt der letztere kubischer Salpeter, wegen des Landes, wo er in ungeheurer Menge gefunden und von wo er als Handelswaare zu uns gebracht wird, heißt er Chilesalpeter. Zur Pulverfabrikation ist derselbe jedoch nicht brauchbar, weil er sehr leicht aus der Luft Feuchtigkeit an sich zieht. Der gewöhnliche schon seit vielen Jahrhunderten bekannte Salpeter (der andere ist erst seit Kurzem ein Gegenstand des Handels) krystallisirt in feinen Nadeln; seine gewöhnlich in den Pulverfabriken vorgenommene Reinigung liefert ihn — da man die Krystallisation stört — als ein krystallinisches Pulver, ungefähr so aussehend, wie Kochsalz, nur nicht deutlich würfel- und treppenförmig gestaltet, sondern so, daß man sieht, der Salpeter bestehe aus einem Haufen kurz zerbrochener prismatischer Nadeln.

Dieser Salpeter, den man in Regenwasser aufgelöst und umkrystallisirt, den man raffinirt hat, wird genau eben so wie die Kohle und der Schwefel auf das feinste pulverisirt, und nun erst wird zur Mischung geschritten.

Mengung der Materialien durch Rotation.

Zur Zeit der ganz Europa überziehenden Kriege von 1805 bis 1815 kam es darauf an, große Mengen Schießpulver in möglichst kurzer Zeit zu fertigen, und so wurde bei der Mengung der Materialien so verfahren, wie bei der Zerkleinerung derselben. Nachdem man dieses letztere, einzeln mit jedem Material, oder auch nur für den Salpeter einzeln, und für Kohle und Schwefel gemeinschaftlich, vorgenommen hat, wird alles zusammen in den für zweckmäßigst gehaltenen Verhältnissen gemengt und in eine solche Tonne gebracht, wie dieselbe auf S. 462 beschrieben worden. Auch hier sind hauptsächlich die kleinen Kugeln von Bronze, das Hülfsmittel der genauen Vereinigung, wie vorhin das der Zerkleinerung und nach einigen Stunden ist eine äußerst innige Mischung entstanden.

Nunmehr wird dieselbe aus der Tonne genommen, wie wir bereits gezeigt haben, indem ein Sieb die Kugeln zurückhält, und mit dem Mehlpulver wird ferner verfahren, um es zu körnen. Auf eine große viereckige Kupferplatte wird ein nasses Tuch gebreitet, auf dieses legt man das Pulvermehl in einer ebenen Lage, deckt es mit einem nassen Tuche zu und legt eine zweite Kupferplatte darauf, welche abermals auf einem darüber gebreiteten nassen Tuche eine zweite Schicht Pulvermehl aufnimmt, mit einem nassen Tuch und einer Kupfertafel bedeckt wird und so fort, bis man einen hinlänglichen Stoß von solchen durch Kupferplatten getrennten Pulverlagen hat. Nun schiebt man denselben auf den Tiegel einer Wasserpresse (Hydraulische oder Bramah'sche Presse) und läßt dieselbe solchergestalt wirken, daß sie das Wasser aus den Tüchern in das Pulvermehl drückt und dieses zu einer compacten dünnen Tafel wird. Diese Tafeln wurden nun der Luft ausgesetzt, um zu trocknen, und dann zerkleinert; sie lieferten ein grobes Schießpulver, brauchbar für die Kanonen des Kaiserreichs, aber für die jetzigen vervollkommneten Waffen nicht mehr genügend.

Pulvermühlen.

Die Mengung wird gegenwärtig immer trocken vorgenommen; entweder man pulvert, wie früher angegeben, die Substanzen einzeln und mischt sie dann in den verlangten Verhältnissen unter einander und bringt sie so bereits vereinigt, in die Tonnen, welche S. 462 beschrieben worden und läßt sie darin 12 Stunden lang drehen, oder man bringt zuerst die ganze Kohle hinein und verwandelt dieselbe während 12 Stunden in Pulver, worauf der Schwefel zugesetzt und mit dem Drehen noch sechs Stunden fortgefahren wird und endlich der Salpeter in der erforderlichen Menge mit den übrigen verrieben, abermals nach sechs Stunden nicht nur die erforderliche Feinheit erhalten, sondern auch eine Mengung der innigsten Art stattgefunden hat.

Die erste Methode scheint die zweckmäßigere, doch wird — der Verf. weiß nicht aus welchen Gründen — bald diese, bald jene Art des Verfahrens angewendet.

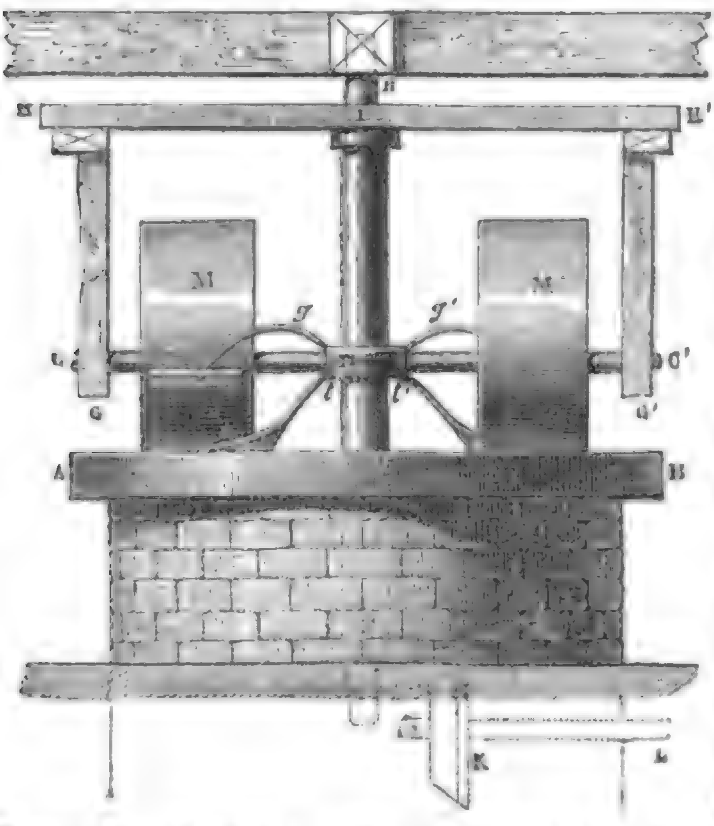
Hat man die trockene Mengung bewerkstelligt, so wird das Pulver in ein großes flaches Gefäß gebracht und 100 Pfund davon werden ungefähr mit 2½ Pfund Wasser durch die sehr feinlöchrige Brause einer Gießkanne

benetzt, indessen man mit hölzernen Spateln die Masse immerfort kehrt und wieder kehrt und wendet. Die Quantität des Wassers kann nicht genau angegeben werden, sie richtet sich nach Jahreszeit und Temperatur, im Sommer braucht man nicht selten doppelt so viel Wasser.

Es handelt sich nunmehr um das Mahlen und Dichten des Gemenges, worauf die größte Wirksamkeit des Pulvers beruht. Unzweifelhaft ist das Mehlpulver das entzündlichste und am schnellsten zusammen brennende, es sollte also das wirksamste sein: auch ist es so, daß ein Pfund Mehlpulver eine nicht unbedeutend größere Wirkung hat, als ein Pfund gekörntes Pulver, allein die Bombe, die Granate, hat einen gewissen Raum, in diesen Raum bringt man drei Pfund Mehlpulver oder zehn Pfund Kornpulver — nun — diese zehn Pfund haben allerdings eine viel größere Wirkung als jene drei Pfund. Im Kriege und auf dem Schiffe und auf der Jagd kommt es aber darauf an, möglichst viel Kraft auf den möglichst kleinsten Raum zu bringen, daher die Nothwendigkeit des Körnens. Der Prötzkasten eines preußischen Sechspfünders faßt 50 Cartouchen — mit Mehlpulver gefüllt, würde er nur 20 fassen, wenn dieselben gleiche Wirkung mit den aus Kornpulver gemachten haben sollten.

Um diese Vereinigung und Pressung zu bewerkstelligen, mahlt man den befeuchteten Pulverteig auf dieselbe Weise wie man den Samen der Oelfrüchte mahlt, um späterhin Oel daraus zu pressen.

Fig. 427.



Wir sehen hier zwei gewaltige Mühlsteine MM aufrecht stehend, von einer Axe CC' geführt, sich auf einer sehr dicken Platte von Gußeisen bewegen. Die Steine sind meistentheils von Marmor, müssen wenigstens 70 Centner ein jeder, dürfen aber auch hundert Centner und darüber wiegen. In diesem Falle macht man sie dann von Gußeisen.

Die Platte AB, wenigstens 8 Zoll dick, ruht auf einem gut fundamentirten Mauerwerk, welches in der Mitte so weit hohl ist, um den Wellbaum EF durchzulassen der von unten durch die beiden konischen Räder F und K getrieben wird, die durch eine gleich mächtige Welle L mit dem Wasserrade oder der Dampfmaschine zusammenhängen,

welche die bewegende Kraft hergiebt. Die Welle EF ist oben in einem sehr starken Gebälk eingelassen und die Arme HJH′ mit HG und H′G′ dienen zur sicheren Führung der Axe CC′.

Die Pulvermasse wird auf dem Planum AB eben ausgebreitet und dann wird die Maschine in Bewegung gesetzt, anfänglich langsam, dann immer schneller, so daß etwa acht Umgänge in der Minute gemacht werden. Hierdurch wird sowohl eine außerordentlich genaue Mengung als zugleich ein bedeutender Druck auf die Masse erzielt, den man eben haben will, der aber allerdings noch bedeutend verstärkt werden muß.

Das Pulver haftet sowohl an den Mühlsteinen als an der Platte; es muß von beiden fortgeschafft werden. Dazu dienen die Schaber gr und ts, sowie g′ und t′. Der eine Schaber gr legt sich an den Steinen selbst an und kratzt mit seiner Schneide die daran haftende Masse ab, der andere ts läuft auf dem eisernen Boden dem sich fortwälzenden Steine nach und scharrt das Festsitzende zusammen. Beide Schaufeln sind von Schmiedeeisen mit Leder überzogen und haben vorn eine Schneide von Kupfer oder von Bronze. ts liegt dabei so flach, daß die aufgekratzte Substanz, nachdem sie vorn mit der Schneide aufgenommen ist, hinten über den Rücken derselben fällt und die Bahn der Läufer wieder gleichmäßig bedeckt, worauf der nachkommende Stein das eben los gekratzte wieder quetscht, indeß mit der, von ihm durch den Schaber g′ und t′ losgekratzten Masse, durch den anderen Läufer dasselbe geschieht.

Die Masse wird von Zeit zu Zeit angefeuchtet, da es wesentlich ist, daß dieses höchst gleichmäßig geschehe, so ist dazu ein Gefäß von der Form der Fig. 428 hinter einem der Läufer angebracht. Dasselbe besteht aus einer vertikalen Röhre mit einem Blechgefäß V, welches ungefähr zwei Pfund Wasser faßt, und einer senkrecht darauf angesetzten, also horizontal verlaufenden Röhre ab, welche sehr viele ganz feine Löcher hat. In der Mitte der aufrecht stehenden Röhre befindet sich ein Hahn, welcher hier nicht angegeben ist.

Fig. 428.

Sobald die Befeuchtung nöthig wird, läßt der Aufseher die Maschine langsamer arbeiten, so daß er nebenher gehend, die Steine ohne Anstrengung begleiten kann. Nunmehr öffnet er den Hahn, dann fließt das Wasser in vielen Strahlen fein und gleichmäßig aus und da die Maschine nicht still steht, so findet die Benetzung überall statt, wo das Sprenggefäß über die trocknenden Pulvermassen geführt wird; sind ein paar Umläufe gemacht, so schließt der Aufseher wieder den Hahn und alsdann läßt er die Maschine wieder in voller Thätigkeit wirken.

Hat mit verschiedenen Befeuchtungen das Mahlen drei Stunden gedauert, so mäßigt man die Bewegung immer mehr, bis endlich die fernere

Umwälzung, zwar ununterbrochen fortdauernd, doch so langsam geschieht, daß sechs bis acht Minuten erfordert werden, ehe die Steine einmal ihren Weg auf der eisernen Platte zurückgelegt haben.

Hierbei findet erst die rechte Pressung und Verdichtung der Masse statt. Die hundert Centner schweren Walzen ruhen mit ihrer ganzen Last, mathematisch genommen, immer nur auf einer Linie, weil ein Kreis und eine Linie sich nur in einem Punkte, ein Cylinder und eine Ebene in einer Linie berühren können. — Die Praxis allerdings macht diese Linien zu einer schmalen, bandartigen Fläche, allein man kann doch sagen, daß die ungeheure Last ihren ganzen Druck auf höchstens einen Zoll ausübt, und so wird die Pulvermasse dergestalt dicht, wie sie durch eine hydraulische Presse nicht werden kann, weil der Druck derselben, sollte er auch zehnmal den hundert Centnern gleich kommen, sich doch auch auf eine Fläche von 10 Quadratfuß, also vielleicht von hundert mal solcher Ausdehnung verbreitet, wie diejenige ist, auf welche der Stein wirkt.

Körnen des Pulvers.

Hat man lange genug der Masse den erforderlichen Druck gegeben, sowohl um sie dicht genug zu machen, als um die Theile innig genug zu mischen, so entfernt man sie von der Eisenplatte und bringt sie in diejenigen Räume, in denen sie gekörnt werden sollen.

Auch hierfür giebt es verschiedene Methoden. Die ältere und einfachste ist die Körnung mittelst dreier Siebe von Pergament.

Fig. 429.

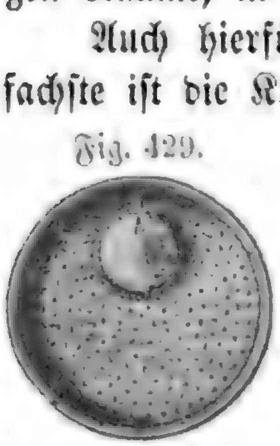


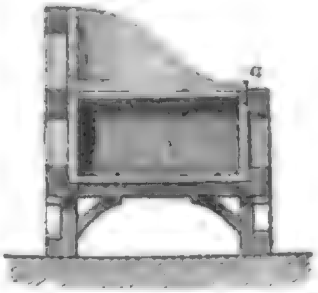
Fig. 430.

Fig. 429 stellt ein solches Sieb dar, welches einen starken hölzernen Kranz und eine Siebfläche von äußerst starkem Pergament hat. Das erste Sieb heißt in Frankreich Le Guillaume, der Wilhelm, es hat Löcher von einem Viertelzoll Durchmesser; das nächste heißt das Kanonen-, das letzte das Jagdpulversieb. Für jedes Sieb hat man einen Kasten, ähnlich einer Kommode mit einer Schublade, wie Fig. 430 einen solchen im Durchschnitt zeigt. Das Sieb steht ganz oben auf Leisten bei **ab**, in der Gegend von **a** steht der Arbeiter, auf der Seite, dem Arbeiter gegenüber, gehen die Wände höher hinauf, so daß das Sieb vertieft genug steht, damit nichts von der Masse verloren gehen kann.

Digitized by Google

Die feuchte Masse wird in mäßigen Portionen von einigen Pfund in das Sieb gebracht und mittelst eines flachen Stückes harten Holzes, welches gut abgedreht, acht Zoll im Durchmesser und zwei Zoll Höhe hat (t der vorigen Figur, wo es sowohl innerhalb des Siebes selbst, als auch nebenbei zu sehen ist) darin verrieben; die Bewegung desselben ist eine runde, stets im Schlingen in sich selbst wiederkehrende. Sobald die eingegebene Masse durchgedrückt ist, leert man die Schublade A in ein zweites Sieb aus, das für Kanonenpulver bestimmt war, welches nunmehr ein zweiter Arbeiter übernimmt, der eben solche Kommode vor sich hat und die groben Bröckel des Guillaume nunmehr durch das feinere Sieb drückt, welches Löcher von zwei Linien Durchmesser hat, wegen ihrer Kleinheit natürlich sehr viel mehr als der Guillaume, deshalb die Arbeit ziemlich eben so schnell beendet ist, wie in dem gröberen.

Fig. 430.



Der zweite Arbeiter übergiebt seine gekörnte Masse nunmehr dem dritten, welcher ebenso damit verfährt; sein Sieb hat aber Löcher von nur einer Linie (1/12 Zoll). Unterdessen er das Mittelkorn in feines Korn umgestaltet, empfängt der zweite Arbeiter grobes Korn von dem ersten, um es in mittleres zu verwandeln und der erste nimmt dann wieder eine neue Ladung.

Die Arbeiten müssen alle schnell in einander greifen, denn auch die letzte soll noch verrichtet werden, so lange die Masse bildsam ist, sowie sie trocken geworden, ist es mit dem Körnen vorbei.

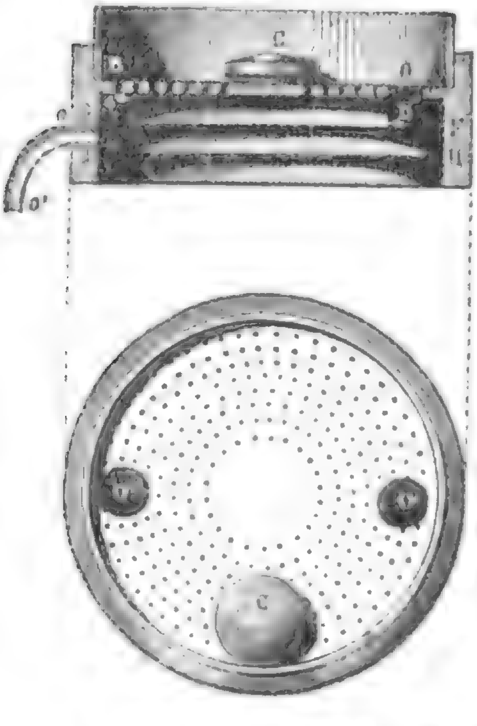
Weil es nun nicht immer so gelingt, so ist man von dieser älteren und unvollkommenen Methode abgegangen, wendet eine zwar sehr viel kostspieligere mit großen Maschinerieen verknüpfte an (indeß die angegebene mit drei Sieben und drei Leuten genügend versehen ist) im Ganzen wird aber die kostspielige Methode doch viel wohlfeiler als die andere, und die Produkte werden viel vollkommner. Beides aber sind wesentliche Vortheile.

Die Siebe, deren man sich zum Durchdrücken der Masse gegenwärtig bedient, sind von Nußbaumholz, (Fig. 431) das in der Mitte befindliche durchlöcherte Brett AB ist dreiviertel Zoll dick, die kaum eine Linie weiten Löcher sind sehr glatt durchgebohrt. Der Rand besteht aus zwei Theilen, dem unteren CJFH, von ziemlich starkem Holz mit gewölbtem kupfernen Boden und dem oberen Rande, der keine bedeutend größere Stärke hat als ein gewöhnlicher doppelter Siebrand.

Unmittelbar unter diesem liegt das hölzerne Sieb, welches man in dem unteren Theile der Figur sieht, o und o sind zwei Oeffnungen in dem Holze, von einem Zoll Durchmesser, mit ledernen Kappen bedeckt, welche

auf drei Viertheilen des Umkreises sehr glatt und oben in das Holz eingelassen sind, auf dem vierten Theile aber über die Fläche des Siebes hervorstehen und gestatten, daß von unten her auf einer schrägen Fläche emporgeschobene Pulverkörner, die zu grob sind, wieder auf die obere Fläche gelangen. In dem oberen Theile der Figur ist diese schräge Ebene durch die Buchstaben OD bezeichnet, allerdings sieht man hier nicht den geneigten Verlauf.

Fig. 431.



Auf das durchlöcherte Brett wird der Pulverteig gebracht und das mit C bezeichnete, vier Pfund schwere Stück Holz, welches die Franzosen „Schildkröte" nennen, wird rasch auf der Masse umhergeführt und drückt dieselbe durch die Löcher in den unteren Raum des Siebes oder des Behälters, der es umgiebt.

Dieser Behälter hat eine Einrichtung, die durch Fig. 431 im Durchschnitt veranschaulicht wird. Wir sehen quer hindurch gehen zwei Flächen GF und JH (die unterste Linie dieses Durchschnittes, welche nicht näher bezeichnet ist, stellt den Kupferboden des ganzen Holzgefäßes vor).

Die obere Fläche GF aber ist ein Sieb von Drahtgeflecht (Toile metallique), dessen Maschen gerade so groß sind, daß sie demjenigen Pulver, welches man erzielen will, den Durchgang gestatten. Nicht alles, was durch die hölzernen Platten gepreßt wird, geht aber hier durch, so würde sich nach und nach dessen immer mehr anhäufen. Dazu nun dienen die beiden mit O bezeichneten Oeffnungen und die damit verbundenen schrägen Kanäle, welche dem zu groben Korn gestatten, wieder an die Oberfläche zu gelangen; — die Kraft, wodurch dieses geschieht, werden wir sogleich kennen lernen, denn das Pulver hat keine Beine, kann also nicht aus eigener Machtvollkommenheit aus dem unteren Raum in den oberen laufen, auch hat es nicht genug Verstand, um zu wissen, wenn es Zeit ist; — wenn das Pulver Verstand hätte, würde es sich in manchen Fällen ein anderes Ziel suchen, als dasjenige, was der Kanonier ihm vorschreibt und vielleicht den Feldherrn statt der Soldaten wählen.

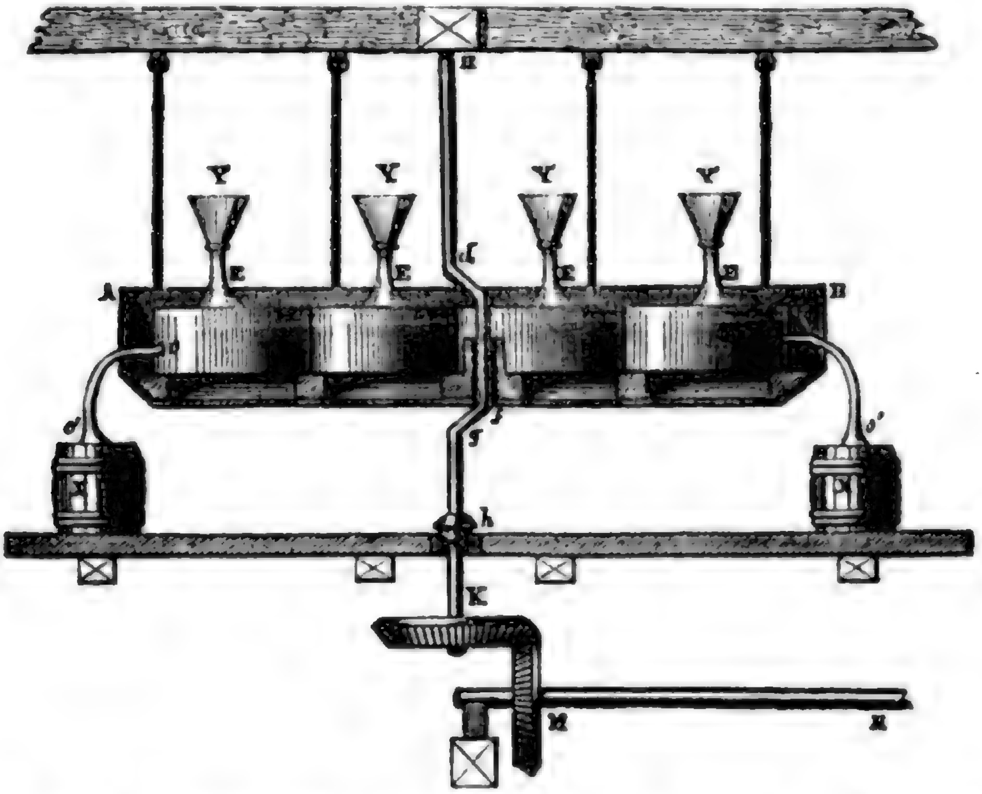
Unter dem Metallsiebe FG befindet sich ein zweites JH; dieses besteht aus Seidengaze und dient dazu, den Staub von dem gekörnten Pulver zu sondern. Der Staub fällt unten durch auf den Kupferboden, das gekörnte Pulver bleibt auf dem Siebe zurück und wenn es gesondert ist von

dem Staube, wird es durch den ledernen Schlauch oo′ aus dem Gefäße entfernt. Ein Gleiches geschieht natürlich auch mit dem Mehlpulver.

Wodurch geschieht dies Alles? Nun denn — wir werden doch wohl ferner kein Geheimniß daraus machen dürfen. Der ganze Apparat wird immerfort horizontal umher geschwenkt, als ob man einen Teller in die Hand nähme und in ziemlich rascher Bewegung denselben stets in einem Kreise umher führte, so geschieht es mit dem Siebe und wenn in dem Teller ein Thalerstück läge, so würde dasselbe innerhalb der Fläche des Tellers wieder einen Kreis beschreiben, wie der Teller selbst einen solchen beschreibt, und es würde auch in derselben Zeit geschehen, allein natürlich nur in demjenigen kleinen Kreise, den der Rand des Tellers der Bewegung des Thalers anweist.

So nun geschieht es mit dem Siebkasten und mit der Schildkröte, die in dem Kasten liegt — allein, da es doch einem Manne sehr unbequem werden dürfte, ein solches Sieb Stunden lang und Tage lang umher zu schwenken, so überträgt man diese Arbeit einer Maschine und da ferner es nicht der Mühe lohnen würde, eine Maschine zu bauen, damit sie einen solchen Siebkasten umher schwenkt, so giebt man ihr mehrere in die Hand und zwar auf folgende Weise:

Fig. 432.



Die Fig. 432 zeigt uns die Hälfte eines solchen Schwenkapparats, in welchem vier Siebe stehen, es sind also im Ganzen acht. Der Rahmen AB von festem Holze gut gefügt, hat etwas über 8 Fuß im Durchmesser, ist achteckig gestaltet und in jeder Ecke steht, so weit vom Mittel-

punkte als möglich, ein solches Sieb nebst seinem Kasten, wie wir dies vorhin unter Fig. 431 beschrieben haben.

Der achteckige Rahmen hat, wie die Figur zeigt, genügende Balken und Spreizen, um nicht nur genau acht schwere Siebe und deren Inhalt zu tragen, sondern auch um eine sehr heftige und rasche Bewegung auszuhalten.

Der ganze Rahmen hängt an über ihm befindlichem Gebälk mittelst acht starker Seile von ganz gleicher Länge fest. Durch die Mitte dieses Rahmens zieht sich ein Hauptbalken, welcher bei f durchbohrt und mit einer kupfernen Buchse sorgfältig ausgefüttert ist. Eine starke eiserne Axe mit einem Krummzapfen, wie man dieselben zu den besseren, namentlich zu den eisernen Drehbänken immer hat (die alten schlechten Drehbänke hatten nicht einen Krummzapfen, sondern eine Spinnradkurbel) steht senkrecht zwischen H und h, die Decke und der Fußboden des Körnungshauses und der Krummzapfen g d befinden sich gerade in der Mitte des Rahmens und in der Buchse f.

Wenn nun an dem unteren Ende der Axe K ein rechtwinklig konisches Rad befindlich, das in ein anderes gleich gestaltetes M eingreift, das auf der horizontal laufenden Axe M N befestigt ist, so wird, wenn diese letztere sich umdreht, auch die vertikal stehende Axe sich umdrehen und natürlich wird der Krummzapfen den ganzen Rahmen in einem Kreise umher schwenken und schwingen, welcher der Ausladung des Krummzapfens entspricht. Beträgt die senkrechte Entfernung von g nach f einen Fuß, so wird der Kreis, den der ganze, aus acht Tonnen bestehende Apparat beschreibt, sich auf zwei Fuß Durchmesser zurückführen lassen; in dem Augenblick, in welchem der Punkt B durch den Krummzapfen in seiner jetzigen, im Bilde gegebenen Lage angelangt ist, befindet er sich genau um zwei Fuß weit von der Stelle, welche er inne hatte, als der Krummzapfen gerade die entgegengesetzte Lage hatte. Dieses aber würde nur sagen, daß der Punkt B um zwei Fuß hin und her gehe, B———B′ bald bei B bald bei B′ wäre der Krummzapfen, hat aber nicht blos die Lage [oder die Lage] sondern er hat über diese beiden Stellungen noch jede mögliche, die in einem Kreise überhaupt denkbar ist und in jede dieser Stellungen fährt nun der ganze Rahmen mit den acht Siebhaltern und so beschreiben denn diese bei jeder Umdrehung einen Kreis, wie auch die hölzernen Schildkröten innerhalb derselben durch die Schwingkraft umher geführt werden und solche Kreise beschreiben, vermöge deren sie ihr Gewicht, überall wo sie hinkommen, auf die unter ihnen liegende Masse von Pulverteig wirken lassen und ihn durch das Sieb pressen.

Nun wird uns auch erklärlich, wie die zu groben Körner wieder empor

geschafft werden. Wenn wir eine schräge Ebene haben, welche immerfort in einer gewissen Richtung, z. B. der des Pfeiles, ⟶ umher geführt wird, so wird alles, was frei beweglich ist, an dieser Ebene empor laufen. Nun geschieht dieses durch diejenigen Körner der durch das Sieb gedrückten Pulvermasse, welche zu groß sind, um durch das Metallgewebe GF zu gehen; sie werden durch die Centralbewegung an der äußersten Peripherie jedes einzelnen Siebbehälters geschleudert, hier aber finden sie zwei sanft verlaufende schräge Ebenen, welche ihrer Bewegung entgegen kommen — da laufen sie denn hinauf und kommen unter der Lederklappe O.O. hervor, um sich ferner drücken und quetschen zu lassen! Man kann das den Pulverkörnern gar nicht übel nehmen, thun es doch ganz andere Leute!

Dieses grobe Korn wird mit der übrigen Masse vermischt und abermals durch die Oeffnungen gepreßt bis nachgerade es klein genug geworden ist, um durch das Drahtsieb zu fallen. Oben durch den Trichter Y.Y. wird immer neue Masse für die ausgeschiedene aufgefüllt, indessen nach unten zu die fein genug gekörnte Masse entweicht; es wird dieses letztere dadurch bewirkt, daß aus den beiden untersten Abtheilungen (der für das gekörnte und der für das Mehlpulver), lederne Schläuche hervortreten, wie wir sowohl in Fig. 432, als auch in der anderen Fig. 431 dieselben mit oo′ bezeichnet sehen. Sie sind verbunden mit Tonnen von sehr trocknem Holze; die Seile, an denen der achteckige Rahmen hängt, gestatten die schwingende Bewegung, welche der Krummzapfen dem Gestelle mittheilt, die Schläuche, deren von jedem Siebkasten zwei auslaufen, sind deshalb von Leder, daß sie dieser Bewegung kein Hinderniß in den Weg setzen.

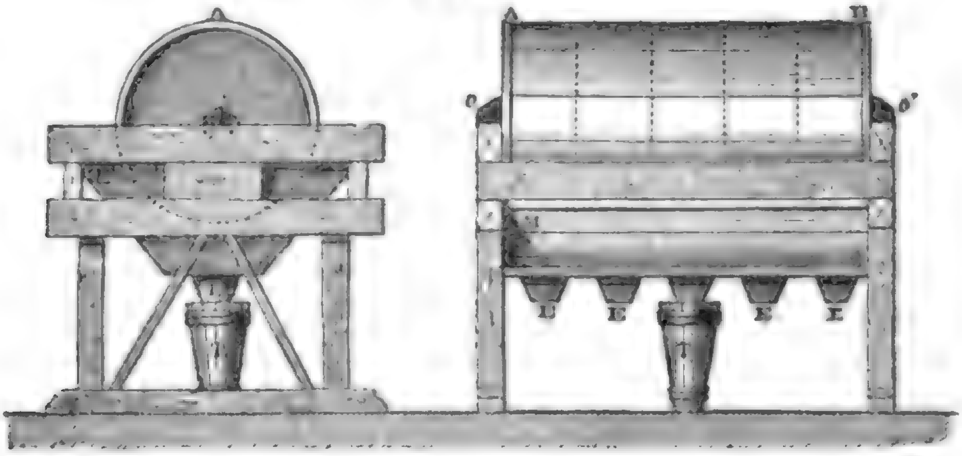
Das aus dem untersten Kasten gewonnene Mehlpulver wird der nächsten Portion, welche unter die Mühlsteine kommt, zugesetzt, um wieder unter die Masse geknetet und dann in der Körnermaschine gekörnt zu werden.

Was zwischen dem mittelsten und dem untersten Siebe zurückbleibt, ist das gekörnte Pulver. Dasselbe ist jedoch von ungleicher Größe und es ist darin Kanonenpulver, Musketen- und Pirschpulver gemengt, welche alle drei sich gegenwärtig nicht mehr anders als durch die Größe des Korns unterscheiden. Sonst wurden verschiedene Mengungen vorgenommen, verschiedene Verhältnisse angewendet, dies findet jetzt nicht mehr statt. Dieselbe Masse liefert die drei genannten Gattungen und sie werden durch Siebe von einander getrennt, deren Maschen die Weite haben, daß das erstangewendete nur die kleinsten Körner, zum Pirschpulver bestimmt, durchläßt; das zweite aber, das Gewehr- oder Musketenpulver abgiebt, und das gröbste Korn als Kanonenpulver zurückbehält.

Poliren des Schießpulvers.

Diese Operation wird nur mit demjenigen vorgenommen, welches als das feinste, als Jagd- oder Pirschpulver verkauft wird; es ist zweifelhaft, ob ein Nutzen davon zu erwarten ist und ob das Poliren nicht lediglich des schöneren Aussehens wegen geschieht, man glaubt oder sagt, es wider stehe auf diese Weise besser der Feuchtigkeit der Luft, allein es ist zugleich vollständig anerkannt, daß dieses polirte Pulver viel weniger entzündlich ist, als das mit matter Oberfläche, so dürfte Vortheil und Nachtheil sich vielleicht aufheben.

Fig. 433.



Die Fig. 433 zeigt eine Längen- und eine Queransicht der dazu nöthigen Maschine. Es ist eine Tonne von cylindrischer Form, im Innern so eingerichtet, wie jene Fig. 426 zur Zerkleinerung der Materialien, es sind darin also gleichfalls Dauben, die nach inwendig vorspringen; sie dienen, um dem darin rollenden Pulver stets einen Anstoß zu geben, so daß es der Tonne und seinen benachbarten Körnern stets neue Flächen zukehrt. Die Metallkugeln bleiben natürlich weg, denn das gekörnte Pulver soll ja nicht von neuem in Mehlpulver verwandelt werden.

Die ungefähr 8 Fuß lange und nicht ganz 4 Fuß im Durchmesser haltende Tonne AB ist durch Zwischenwände, welche auf der Zeichnung angedeutet sind, in fünf Kammern getheilt, jede derselben kann zwei Centner Pulver fassen. Unter der Tonne befindet sich ein großer Trog M, welcher gleichfalls fünf Abtheilungen hat, jede derselben mündet in einen ledernen Schlauch, unter welchen ein Fäßchen gestellt wird, bestimmt, den Abgang — späterhin mit einem anderen verwechselt — das polirte Pulver aufzunehmen.

Die Politur nun wird bewerkstelligt durch das Rollen der Körner auf

sich selbst, sie reiben sich an einander ab; damit dieses geschehe, ist an der Axe oo′ entweder ein Zahnrad, oder was besser ist, eine Riemscheibe angebracht, (in der Zeichnung nicht vorhanden) vermöge deren eine Dampfmaschine oder eine andere bewegende Kraft darauf wirken kann. Die Rotation beginnt ziemlich langsam und dauert so zwölf Stunden fort, worauf man sie immer schneller werden läßt, bis nach überhaupt 36 bis 40 Stunden die Körnchen sich so schön auf einander abgerieben haben, daß sie alle glänzen als wenn sie lakirt wären. Gegen das Ende der Operation wird, wie bei den auf S. 462 beschriebenen Zerkleinerungstonnen angegeben, ein feines Sieb an die Stelle der hölzernen Thüre gesetzt, durch welches bei einigen hundert Umdrehungen der Staub in die untergesetzten Tonnen fällt. Sobald die Absonderung bewirkt ist, entfernt man die Fässer sowohl als das Sieb und läßt den geglätteten Rückstand in andere Fässer laufen. Das Pulver wird nun noch sorgfältig getrocknet und dann verpackt.

Königspulver.

Da es auf die größtmöglichste Dichtigkeit des Schießpulvers ankommt, so beginnt man nach dem Körnen die Arbeit des Dichtens noch einmal. Das gekörnte Pulver bringt man, nicht mit anderer roher Masse, sondern ganz für sich, noch einmal unter die Mühlsteine, befeuchtet es, mahlt und quetscht es, gerade so wie man es mit dem benetzten Mehlpulver gemacht hat. Nachdem es wieder acht Stunden lang, zuletzt so langsam, wie oben gesagt worden, bearbeitet ist, körnt man es zum zweiten Male, sortirt und polirt es und glaubt nun eine Sorte Pirschpulver zu haben, welche alles andere übertrifft, welche darum auch viel theurer bezahlt wird und welche darum auch Königspulver heißt. Ob sein Werth im Verhältniß zu seinem Preise steht, ist selbst großen Liebhabern von Jagdcuriositäten noch sehr zweifelhaft.

Rundes Kornpulver.

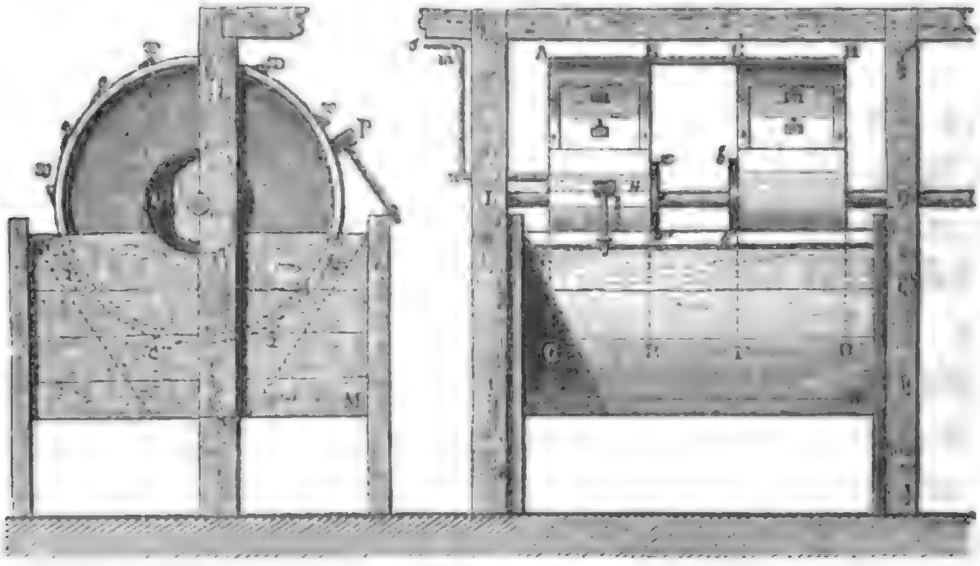
Obschon es auf die Mischungsverhältnisse und auf die Dichtigkeit des Pulvers, keineswegs aber auf die Form der Körner ankommt, so glauben doch manche Leute, daß auch hierin etwas liege, und so fordern sie rundes

Pulver. Weil dasselbe zuerst in der Schweiz gefertigt worden ist, nennt man es auch Schweizer Pulver, wiewohl seine Fabrikation kein Geheimniß ist, und man zieht es anderem vor, obschon es gerade seiner Kugelgestalt wegen weniger werth ist, indem sich zwischen den Körnern viel größere Zwischenräume befinden, als zwischen vieleckigen, die sich in einander schichten, auch ist die Bereitung desselben von einer Art, welche alle Dichtung ausschließt.

Die Operation wird mit Zerkleinerung der Materialien begonnen; die Verhältnisse in denen sie zu einander stehen, hängen von dem Gebrauch ab, den man von dem Pulver machen will (Spreng-, Kanonen- oder Pirschpulver) und haben auf die weiteren Operationen durchaus keinen Einfluß.

Hat man die Pulverung und Mengung der Materialien in solchen Tonnen vollendet, wie dieselbe auf S. 464 gegeben worden, so schreitet man nun zu der neuen Operation, welche das Pulver in der Gestalt der kleinsten Schrotkügelchen (Vogeldunst) geben soll. Hierzu ist eine besondere Maschinerie erforderlich, welche uns die Fig. 434 zeigt, links in der Quer-, rechts in der Längenansicht.

Fig. 434.



Zwischen sehr starken hölzernen Ständern auf der Axe J.O. befinden sich zwei schmale, aber hohe Tonnen, an vier Stellen durch starke Querleisten AEGH miteinander fest verbunden. Die Tonnen haben fünf Fuß Durchmesser von A nach C und zwei Fuß Breite von C nach B oder von A nach E. Sie haben nur einen vollständigen Boden eine jede und zwar denjenigen, welcher der anderen Tonne zunächst liegt. EB ist vollständig und der benachbarte Boden GF gleichfalls. Mittelst dieses Bodens ist eine jede der Tonnen auch auf der Axe befestigt; zwei große, dreiviertel Elle im Durchmesser haltende Kupferscheiben, wovon die äußeren einander zugekehrten bei aa′ und bb′ zu sehen sind, fassen den Boden einer solchen Tonne

und da sie auf der Axe JO mittelst Schrauben beweglich sind, so können sie von beiden Seiten dergestalt angezogen werden, daß sie die Bretter unbeweglich fest halten und die ganzen Tonnen mithin der Axendrehung nachgeben.

Die Tonnen sind inwendig ganz rund, nicht mit vorspringenden Dauben, gleich den Zerkleinerungstonnen, denn es soll innerhalb ihrer nichts zerkleinert, sondern vielmehr das hinein gebrachte Material vergrößert werden. Damit man die Materialien zum Theile einfüllen könne, während die Maschine im Gange ist, hat man in dem zweiten, nach außen gekehrten Boden einer jeden Tonne die Mitte ausgeschnitten. Die Figur links zeigt bei U diese Oeffnung, in o aber die Axe, welche hier mit der Tonne in gar keiner Verbindung steht, so daß dieselbe nur durch die beiden Kupferscheiben bb′ und die inwendig dazu gehörige — sowie der anderen Tonne durch aa′ und die nicht sichtbare dazu gehörige — gehalten wird. Diese Befestigung ist übrigens durch die vier Leisten, welche beide Tonnen vereinigen, sehr verstärkt, indem nunmehr kein Ueberhängen auf einer oder der anderen Seite stattfindet.

Zur Einbringung der Hauptmasse des Materials (gewöhnlich 200 Pfd. feines, ungleiches, aber schon gekörntes Pulver), sowie zur Entleerung der doppelten Quantität des fertigen Pulvers, welches innerhalb dieser Treibhäuser wächst, ist eine Thüre bestimmt, die in der Peripherie angebracht, auf der Zeichnung rechts angedeutet ist; auf der Zeichnung links sieht man mit x bezeichnete Erhöhungen, welche einerseits schräg verlaufen, andererseits aber scharf abgeschnitten sind.

Bei P ist an dem äußeren Gestelle ein Hammer so befestigt, daß er durch die Daumen xx ꝛc. gehoben wird, dann aber durch Federkraft mit großer Gewalt auf die Faßdauben niederschlägt und dieselben so erschüttert, daß im Innern möglicherweise angesetzte Pulverkörner dadurch herniederfallen.

Die beiden Tonnen rollen innerhalb eines großen Troges NM, welcher nach unten konisch zuläuft und bestimmt ist, das fertige Material aufzunehmen und in untergesetzte Fässer zu befördern.

Von diesen beiden Tonnen ist die eine für das Wachsthum der Pulverkörner, die andere aber nur für die Politur derselben bestimmt; zu jener ersteren gehört noch ein wesentlicher Bestandtheil, den unsere Figur auch zeigt — dies ist eine Gießkanne zum Besprengen des Pulvers. Wir sehen an der rechts stehenden Figur, an dem Gebälk herab, eine wie ein Z gebogene Röhre smnu sich nach dem Innern der einen Tonne erstrecken; der Theil der Röhre, welcher innerhalb der Tonne liegt, ist mit äußerst feinen Löchern versehen, durch diese wird unter einem mäßigen, aber con-

stanten Druck, Wasser auf das Pulver getrieben, auf das zarteste, in einer in die Feinheit des Nebels grenzenden Vertheilung. Das Instrument, welches diesen Druck hervorbringt, ist eine Pumpe, welche durch ihr eigenes Gewicht wirkt.

Fig. 435.

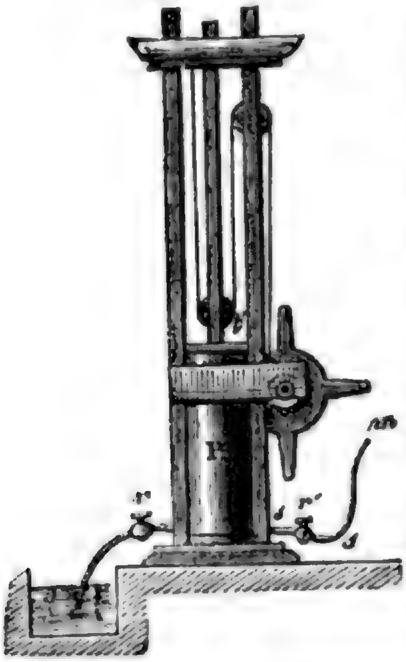


Fig. 435 zeigt in P den metallenen Pumpenstiefel. Der Stempel ist ein massiver Metallklotz von bedeutendem Gewicht; derselbe kann vermöge der Rolle t und der sichtbaren Kreuzhaspel gehoben werden. Wenn dies geschieht, so bringt durch das Rohr r Wasser unter den Stempel; befindet sich der letztere ganz oben, so schließt man den Hahn r und öffnet statt dessen den Hahn r', den das Rohr s m speist. Nunmehr sinkt durch seine eigene Schwere der Stempel t' in dem Cylinder P nieder und vertreibt daraus das Wasser — oder er bleibt in der ihm angewiesenen Höhe stehen, wenn man beide Hähne r und r' geschlossen hält.

Wir sind jetzt mit unserem Apparat so weit fertig, um ihn arbeiten zu lassen, und so wollen wir denn nach der Tonne ACBE 200 Pfd. kleinkörniges Pulver bringen, woher der Fabrikant dasselbe anfänglich bekomme, kann uns gleichgültig sein, mag er sich's kaufen, für die Zukunft wollen wir ihm schon das erforderliche Quantum besorgen, ohne daß er Geldausgaben dafür zu machen hat.

Sobald die Ladung darin ist, wird die Doppeltonne in Bewegung gesetzt (die zweite Tonne GHFD ist vorläufig ganz leer) und gleichzeitig wird der Hahn r' der Pumpe P geöffnet, so daß ein feiner Regen das sich fortwährend unter demselben bewegende Pulver benetzt. Der Hammer der vorigen Figur schlägt dabei immer auf die Dauben und löst durch die Erschütterung die in der Nässe anhaftenden Körner des Pulvers ab.

Nunmehr sperrt man den Hahn r' ab und haspelt bei geöffnetem Hahn r den Stempel empor, damit man in dem Augenblick, wo man dessen bedarf, wieder die erforderliche Quantität vorräthig hat. Indessen dieses geschieht, bringt ein anderer Arbeiter durch die Oeffnung U, auf einer länglichen Schaufel zwei Pfund Mehlpulver, d. h. solches, wie es aus den Zerkleinerungs- und Mischtonnen kommt, zu dem benetzten Kornpulver, welches aber geschieht, während die Tonne sich unaufhörlich mit mäßiger Geschwindigkeit umdreht. Er verbreitet diese zwei Pfund ziemlich gleich nach hinten und nach vorne, füllt dann alsbald seine Schaufel wieder mit demselben Staube und setzt das so ein 45 bis 50mal fort, bis er zu den 200 Pfd. Kornpulver noch 100 Pfd. Mehlpulver gebracht hat.

Da sich hier durch die immerwährende Rotation der Staub auf allen Seiten an die benetzten Körner gehängt hat, so sind diese nicht unbedeutend gewachsen für den Fabrikanten und den Käufer, aber doch lange noch nicht genug und deshalb öffnet er wieder den Hahn r' der Pumpe und läßt von neuem Wasser in die Tonne regnen. Dasselbe beträgt dem Gewichte nach gewöhnlich fünf Procent, würde also für 200 Pfund Pulver 10 Pfund, jetzt aber bei dem zweiten Mal für 300 Pfund des vorhandenen Pulvers 15 Pfund betragen. Sobald diese zweite Benetzung stattgefunden, bringt der Arbeiter abermals Mehlpulver zu dem benetzten Kornpulver, während wie begreiflich, die Maschine nicht einen Augenblick stille gestanden hat. Würde dieses eintreten, so würde natürlich eine Portion des Pulvers stärker benetzt werden, als die andere und man würde ein sehr ungleiches Produkt erhalten.

Sobald nun abermals 100 Pfund Pulvermehl eingetragen sind und man keinen Staub mehr in der Tonne bemerkt, ein Zeichen, daß sich alles zu Körnern vereinigt hat, öffnet der Arbeiter die Thüre und läßt das Pulver in die Mulde fallen, aus welcher es — jetzt in Summa 400 Pfund — in untergesetzte Fässer gelangt. Die ganze Operation dauert höchstens 40 Minuten.

Es wird nunmehr sortirt, was die Tonne ACBE verlassen hat; dies geschieht durch zwei Siebe, deren erstes so feine Maschen hat, daß es alle Körner, welche eine halbe Linie ($^1/_{24}$ Zoll) im Durchmesser haben, passiren läßt. Dieses kleinkörnige Pulver heißt Royau und ist dasjenige, welches der Fabrikant von der zweiten Beschickung seiner Tonne benutzt — sowie er mit der ersten Beschickung fertig ist, zu welcher er dasselbe allerdings kaufen muß.

Auf dem Siebe bleibt alles größere Korn zurück, es ist allerdings sehr ungleich und kann wohl noch zwei bis drei Siebe passiren, um als Feinkorn, Mittelkorn und Grobkorn, oder um als Pirschpulver, Musketen- und Kanonenpulver verkauft zu werden; gewöhnlich läßt man es aber nur noch durch ein Sieb gehen, welches alles grobe und unregelmäßige zurückhält, das nunmehr in die Pulverisirtonnen wandert, um in Staub zermahlen zu werden, indessen aber die Körner, welche mehr als eine halbe Linie und bis zu etwas mehr als einer ganzen Linie Durchmesser haben, durch das Sieb gehen.

Diese sämmtlich kommen in die zweite Tonne, in welcher sie polirt werden, indem sie immerfort auf einander umher rollen und sich an einander abschleifen. Nach der Absonderung des dabei entstehenden Pulverstaubes pflegt man nun die Körner noch durch ein Sieb laufen, und die größeren sich von den kleineren trennen zu lassen. An der ganzen Bearbeitung sieht

man aber, daß dieses Pulver bei weitem nicht so compact sein kann, als das andere, welches in seinem Teig so außerordentlich zusammengepreßt worden, weil es lediglich durch Anhaften von Pulverstaub an benetztem Kornpulver entstanden ist, dadurch, daß man dasselbe innerhalb der zweiten Tonne noch im feuchten Zustande polirt, wird es durch seinen eigenen Druck etwas verdichtet, allein dieses ist unbedeutend, im Vergleich mit der Pressung, welche das Pulver, nach der anderen Methode bereitet, erhält, und darum sein Werth jedenfalls auch bedeutend geringer.

Die Dämpfe im Dienste des Menschen.

Einer der mächtigsten Verbündeten des Menschen im Kampfe mit den Elementen, sowie in der Ausbeutung der vielen Schachte, welche er rund um sich geschaffen hat, hier Kupfer und Eisen, dort Seide und Wolle — hier Granit und Marmor, dort Papier und Stahlfedern bearbeitend, aus dem Schooße der Erde oder dem Rohmaterial gewinnend, ist der Dampf; — seine Kraft, so zähe, so nachtheilig einerseits, ist eben so gewaltsam, so zerschmetternd andererseits, daß man die Grenzen derselben noch gar nicht kennt. Es wird meinem Leser vielleicht befremden, wenn ich ihm sage, daß die Kraft, welche in der Flinte eingeschlossen, die Schnepfe zum Braten auf die Tafel liefert, daß die Kraft, welche den Maschinenwebstuhl treibt und diejenige, welche Erdbeben bewirkt, ein und dieselbe ist, und doch ist es thatsächlich so. Die Wärme löst Schwefelsäure und Salpetersäure in Dämpfe auf, so gut wie sie Wasser in Dämpfe verwandelt, und eines oder das andere geschickt anwenden, ist die Kunst des Menschen und der Dampf in ungeheurem Uebermaaße, ist eine Kraft der Natur und ist, ungezügelt, das Entsetzlichste was es giebt, ist die Ursache der Zerstörung ganzer Länder, ist die Ursache der schrecklich-schönen Erscheinung, welche wir in den Ausbrüchen der Vulkane bewundern — überall ist es dieselbe Kraft, nur das Maaß, nur die Ausdrucksweise ist verschieden.

Man wird einmal nach ein paar hundert Jahren nicht begreifen können, wie es möglich, daß die Menschen mit einiger Annehmlichkeit und Bequemlichkeit leben konnten, ohne Benutzung der Dämpfe. Schon jetzt dürfen wir nur auf vierzig Jahre zurück blicken, um uns zu fragen — ob wir damals wirklich haben durchkommen können — der Verf. wagte nicht wohlfeileres Tuch als zu fünf Thaler die Elle zu tragen — solches, was da

mals ein und einen halben Thaler kostete, konnte nur der Bauer tragen: derselbe würde lachen, wenn man ihm jetzt Anderthalb-Thalertuch anbieten wollte — das ist wohl für den reichen Gutsherrn oder für den Beamten in der Stadt — ich könnte dieses dünne Tuch zu nichts brauchen. Der Verf. trägt jetzt zu seinen besten Kleidern Tuch zu 2 Thaler. Dafür will aber der Handwerker, der Arbeiter auch die Maschinen zerschlagen, und bei jeder Revolte sind die Dampfmaschinen, welche ihm seine Kleider zum dritten Theile der früheren Preise liefern, das erste Ziel der erwachenden Zerstörungswuth. Man faßt es kaum, wie man damals hat so viel Geld ausgeben können — nun, das Kleidungsstück hielt entweder länger oder mußte halten — es wurde ein Frack sechs Jahre lang getragen. Die Annehmlichkeit, in derselben Zeit drei Fracks zu haben und somit immer ziemlich modern gekleidet zu gehen, ohne große Ausgaben zu machen, danken wir dem Dampf.

Eine Reise von Deutschland nach Italien war ein riesiges, ein sehr gewagtes und sehr schwieriges Unternehmen, nicht der Blutigel wegen, welche in allen Dimensionen zahllos, vom Floh bis zum Cameriere (Oberkellner) oder zum Vetturin, sich an den Reisenden hängen und ihn zu einem Skelett aussaugen, lange ehe er die Stadt der Trümmer und der Kehrichthaufen erreicht, nicht der Räuber wegen, die ihn in dem gesegneten Kirchenstaat und in Neapel erwarten, sondern um der trefflichen Wege in Deutschland. Sachsen war noch ganz vorzugsweise berühmt, weil es unter den schlechtesten Wegen die allerschlechtesten aufzuweisen hatte; die weltbekannte Kaiserstraße in Oestreich war eine schrecklich abscheuliche Chaussee von Prag nach Wien, dazu kamen noch einige kurze Strecken von Wien nach den kaiserlichen Lustschlössern. Wer Reisen am Anfange dieses Jahrhunderts gemacht hat, wird dem Verf. Recht geben, wenn derselbe behauptet, sie seien halsbrechend gewesen, und sie sind es geblieben, bis der Dampf in seine Rechte trat, obschon sich tausende von Stimmen über jene Marteranstalten erhoben, von dem Gelehrten Lichtenberg, welcher rieth, auf den Post- und Reisekarten die Wege mit Dreiviertheil eines Rades zu bezeichnen, bis zu dem Lustspieldichter Kotzebue, der „die deutschen Kleinstädter" sehr auf ihre schlechten Wege halten läßt, weil dadurch Stellmacher und Chirurgen bei Wagen- und bei Arm- oder Beinbrüchen in Nahrung gesetzt werden. Von Memel bis Berlin fuhr der Verf. im Jahre 1821 dreizehn Tage lang ununterbrochen Tag und Nacht; von Graudenz bis Thorn, auf einer Entfernung von 8 Meilen, brauchte man anderthalb Tage; vom Bade Liebenau bis Marienwerder (eine Viertelmeile) wurden 24 Ochsen vor den Postwagen gespannt in den nassen Jahreszeiten und diese schafften denselben in 12 bis 16 Stunden an Ort und Stelle.

Jetzt tritt der Dampf auf und sagt: „dieser Wirthschaft muß ein Ende gemacht werden; — haben wir denn unsere gesunden Gliedmaßen, haben wir denn unsere Zeit gestohlen, daß wir gar keinen Werth darauf legen sollten?"

Und siehe, nach allen Richtungen gehen Eisenbahnen durch Europa; man kann von Petersburg nach Paris, von Brüssel nach Neapel reisen in so vielen Stunden, als man vor 50 Jahren Wochen brauchte; der Dampf führt auf den ebenen oder nur ganz schwach geneigt liegenden Schienen Bahnzüge mit 60 Axen durch aller Herren Länder, nicht mit der Geschwindigkeit des galoppirenden Rosses, des fliehenden Hirsches, des Adlers in den Lüften, denn diese Bewegungen sind längst überboten — sondern mit der Geschwindigkeit des Orkans, der Dächer abhebt und Wälder niederbricht, ja viele Dinge gehen mit den Courierzügen noch viel geschwinder, sie holen das rollende Rad der Zeit ein; die Tagesblätter, die politischen Zeitungen kommen auf den benachbarten Eisenbahnstationen, im Umkreis von vier bis sechs Meilen, einen Tag früher an als sie erscheinen, man sieht die Vossische, die Spenersche Zeitung vom 2. November schon am Abend des 1. November in Potsdam in den Wein- und Wirthshäusern ausliegen und der Kaufmann, welcher sie am Morgen beim Kaffee zu lesen pflegt, freut sich sehr, der süßen Gewohnheit auch während der Messe in dem fernen Leipzig leben zu können, denn siehe, der aufmerksame Kellner hat ihm die „gemüthliche Tante" vom heutigen Datum zurecht gelegt.

Aber nicht allein das Land durchfliegt man mit Sturmeseile, auch die Ströme, zu Berg oder zu Thal, gleichviel, werden mit ähnlicher Geschwindigkeit befahren und das Meer wird nach allen Richtungen durchfurcht von den Dampfern der handeltreibenden Nationen. Eine Reise nach dem holländischen oder brittischen Indien war sonst die Arbeit eines Jahres — jetzt wird der Weg in drei Monaten durchmessen und die Paketboote, die Postschiffe gehen noch schneller; ein guter Freund ist vier Wochen lang nicht in einer sonst häufig von ihm besuchten Gesellschaft gewesen — er ist aus dem Centrum von Deutschland nach Havre gereist, von dort nach New-York, ist zu Lande über Philadelphia, Baltimore und Washington nach Charlestown gegangen, ist von da zurückgekehrt und hat wieder halb Europa durchmessen, dabei Geschäfte gemacht — dies alles in 30 Tagen — Kleinigkeit! sonst eine Arbeit von wenigstens 8 Monaten, jetzt von halb so vielen Wochen!

Der Dampf wird es dahin bringen, daß man allen Respect von den großen Unternehmungen der Alten verliert. Hannibal ging mit seinem Heere über die Alpen, um Rom zu erobern und verlor dabei alle seine Elephanten und doch war Hannibal ein großer Mann — — aber ein

größerer ist Brialmont, der in der Cockerill'schen Maschinenbauanstalt zu Seraing (ehemaliges bischöfliches Schloß unfern Lüttich in Belgien, jetzt zu einer der großartigsten Maschinenfabriken benutzt, das Dorf hat zahlreiche Sommerhäuser der reichen Bewohner von Lüttich und ist demnächst durch seine Alaun- und Steinkohlenbergwerke sehr belebt, es zählt gegen 4000 Einwohner) die mächtige, zehnrädrige und hundertundzwanzigtausend Pfund schwere Locomotive baute, mit welcher er am 23. Oktober 1853 zum ersten Male die ganze Bahnstrecke über den Semmering auf und ab befuhr und welche nicht verhungerte oder erfror wie Hannibals Elephanten. Und größere Männer sind diejenigen, welche die Bahnen über die Tyroler und Schweizer Alpen führen werden, falls es wegen der jämmerlichen Zerrissenheit der Republik mit den kleineren Cantonen, die sämmtlich unüberwindliche Souveränitätsgelüste haben, dahin kommt. In dem monarchischen Oestreich, wo ein einheitlicher Wille herrscht, ist die Bahn über den 4000 Fuß hohen Semmering gelungen, obschon die berühmtesten Autoritäten unter den engländischen und waghalsigen amerikanischen Ingenieuren die Möglichkeit geradezu in Abrede gestellt hatten; ob die Schweiz dies fertig bekommen wird, ist sehr fraglich. Seitdem ihr Hauptstapelartikel aufgehört hat eine gesuchte Waare zu sein, seitdem sie nicht mehr Menschenhandel treibt, fehlt es an Staatsmitteln und die kleinen Cantone haben alle das Recht zu fordern, daß die Bahn durch ein jedes gehe und da dies wahrscheinlich nicht auszuführen sein dürfte durch die Hauptlängenerstreckung und durch die Hauptorte aller 22 Cantone, so wird es wohl unterbleiben, obschon große Summen zu dem Unternehmen von französischen Privatleuten gezeichnet sind.

Die Bahn über den Semmering, von Wien nach Triest, hätte auch anders, nämlich durchweg eben, um das Gebirge herum, in dem ungarischen Flachlande geführt werden können; man hat aber vielleicht 100 Millionen Gulden geopfert, um das gefürchtete Ungarn nicht zu berühren, bei einem möglichen Aufstande die Verbindung der deutschen Provinzen unter einander nicht zu verlieren, und der Dampf hat die Befahrung der Bahn möglich erscheinen lassen, trotz aller Zweifel der Ingenieure und er hat gehalten, was er versprach.

Die Dämpfe im Dienste der Natur.

Die Hitze und die Zersetzbarkeit der Körper durch die Hitze (und zwar vorzugsweise die des Wassers) giebt noch ganz andere Erfolge — es ist fast unzweifelhaft geworden, daß nur die Dämpfe es sind, welche die vulkanischen Erscheinungen hervorbringen. Unter der Erdrinde, welche allein das Erkaltete ist, befindet sich das Innere im geschmolzenen Zustande; die hinabdringenden Gewässer, sie mögen nun dem Regen, oder dem den Vulkanen stets benachbarten Meere ihr Erscheinen verdanken, werden, sobald sie in gewisse Tiefen gelangen, erhitzt, sie gehen in Dampf über, und ist der Ort, wohin sie strömen, wohin sie — wer mag wissen durch welche Kraft — getrieben werden, auch nur 2 Meilen unter der Oberfläche gelegen, so finden sie dort eine Temperatur von 500 Grad und werden in Dämpfe von mehreren hundert Atmosphären Spannung verwandelt. Da aber eingeschlossene Dämpfe von nur zehn Atmosphären Spannung schon Kessel mit zolldicken Wandungen, aus Schmiedeeisen gemacht, zertrümmern und Häuser einstürzen lassen, so kann man sich annähernd eine Vorstellung machen, welche furchtbare Gewalt eine genügende Menge Wasser, nur bei 500 Grad in Dampf verwandelt, haben mag. Perkins brauchte zu seiner Dampfflinte nur 50 Atmosphären Druck, was 265 Grad voraussetzt und da von hier ab jeder Grad Temperatur mehr, die Spannung um eine Atmosphäre erhöhet, in ferneren Stadien nicht einmal mehr ein Grad dazu erforderlich ist, so mag man sich wohl denken, welche Wirkung so hoch temperirte Wasserdämpfe haben.

Aber Wasser ist's nicht allein, es sind auch neben dem Wasser (welches in großer Menge auftritt, wie die am Tage ganz weißen Dampfwolken, die der Mündung eines thätigen Vulkanes entströmen und in höheren Regionen niedergeschlagen, gewaltige Regengüsse, wolkenbruchartig verursachen, beweisen) noch Gase, aus dem Gestein entwickelt, und verdampfende Gesteine selbst. Die Kohlensäure, im Kalk eingeschlossen, wird durch die Gluth im Innern der Erde nicht allein aus dem Gestein getrieben, sie wird also nicht allein in Gas von 1000mal größerer Ausdehnung als der Raum, den sie früher einnahm, verwandelt, sie wird auch durch die Weißglühhitze, in welcher sie sich befindet, um aus dem Kalk ausgetrieben werden zu können, auf das Zehnfache ihres Volumens ausgedehnt.

Die Wasserdämpfe, die Kohlensäure, die Schwefelgase von solcher Spannung heben die Lava, die geschmolzenen Gesteine aus dem Erdinnern empor bis zum Gipfel des Vulkans, füllen den Krater mit der geschmolzenen

Masse und durchbrechen diese dünnflüssige, weißglühende Substanz mit furchtbarem Krachen, ungeheure Trümmer des nicht geschmolzenen Gesteins auf mehr als zehntausend Fuß emporschleudernd, und auf große Strecken den Boden rund um den Berg bedeckend.

Dies ist eine **Wohlthat** für die Bewohner des vulkanischen Landes, denn so lange diese Ausströmungen in genügender Menge stattfinden, so lange der mehrere tausend Fuß weite Schlund geöffnet ist und die Gase, die Dämpfe in dichten Massen, zu Billionen Kubikfuß in jeder Sekunde dem Berge enteilen, so lange giebt es nichts als ein wunderbar-schönes, ein schrecklich-schönes Schauspiel, in dessen Gefolge wohl auch ein Lavastrom ist, der einige Ortschaften schwer heimsucht, aber doch keine Menschenopfer fordert, es seien denn die Opfer der eigenen Unvorsichtigkeit.

Wenn aber diesen Dämpfen die Wege verschlossen werden, wenn sie sich im Schooß der Erde häufen, von Höhle zu Höhle ziehen, sie alle mit ihrer hoch gespannten Masse füllen und nirgend die Möglichkeit des Durchdringens vorhanden ist, wenn auch ohne Hülfe irgend einer Höhlung die feuchte Erde in Gluth versetzt wird, sich eng zusammengepreßte Dämpfe in jedem Kubikzoll Stein finden, wenn die Spannung immer mehr und mehr steigt, dann beginnt die Gefahr für das Land und dann treten so entsetzliche Ereignisse ein, wie die furchtbaren Erdbeben von Lissabon, von Messina und Palermo, von Reggio in Calabrien, die man für Mährchen phantasiereicher Orientalen zu halten geneigt wäre, wenn nicht jede Generation wieder Gelegenheit hätte, die furchtbare, die Grauen erregende Wahrheit der erzählten Ereignisse zu erkennen, wie ja die Leser dieses Buches wissen, daß während des Erscheinens desselben ein entsetzliches Erdbeben Italien von einem Ende bis zum anderen erschütterte und in Calabrien und dem ganzen Königreich Neapel viele Tausende von Menschen hinweg gerafft hat.

Es hat zwar ein Schweizer, **Volger**, zu beweisen gesucht, daß die Erdbeben einen anderen Grund haben, er sagt, die Quellen waschen aus und lösen auf das Gestein über welches sie fließen (welches eine ziemlich allgemein angenommene Thatsache ist), woher eben ihr Gehalt an Kalk, an Gyps, an Salz, an Kohlensäure. Er führt Quellen an, welche 60000 Kubikfuß Gyps während des Jahres fortführen und fragt, ob da nicht Höhlungen entstehen müßten, ausgedehnt genug, um Bergstürze zu veranlassen, welche nun rund um den Punkt des Sturzes, wellenförmig die Erschütterung fortpflanzten.

Hierauf läßt sich gar nichts erwiedern als — o ja! Höhlungen müssen entstehen und wenn der Montblanc einmal an seinem Fuße so unterwaschen ist, daß er nur einen einzigen Fuß hoch fällt, so wird dieser Fall höchst wahrscheinlich eine Erschütterung geben, welche sich auf einer Fläche von

10000 Quadratmeilen fortpflanzt. Nun wollen wir aber mit ein paar Federstrichen die Rechnung weiter führen.

Nehmen wir an, der Montblanc habe eine Basis von nur einer Quadratmeile (es ist lächerlich, so etwas auszusprechen, allein der Kürze wegen, wollen wir dies als richtig annehmen, obschon die Basis 20 mal größer ist) das ist 24000 mal 24000 Quadratfuß oder 576,000,000. Nehmen wir an, diese Fläche sollte einen Fuß tief ausgewaschen werden, damit der Montblanc sich setzen könne, so giebt dies 576 Millionen Kubikfuß: also eine Arbeit von 60000 Kubikfuß jährlich vorausgesetzt, würden 9690 Jahre erfordert werden, um solchen Effekt zu erzielen. Es läßt sich aber muthmaßen, daß falls auch zehn Quellen gleicher Mächtigkeit sich an der Arbeit betheiligten, also 600000 Kubikfuß, d. h. über eine halbe Million jährlich hinausgeschafft würde, dies doch nicht so gleichmäßig geschehen dürfte, daß unter dem Montblanc eine fußhohe leere Kammer entstehen würde, und wenn es so gleichmäßig geschähe, so läßt sich vermuthen, daß der Montblanc sich setzen würde, bevor ein Zoll tief unter ihm ausgehöhlt wäre; zugestanden aber alles dieses, so werden wir alle zehntausend oder alle tausend Jahre ein Erdbeben aus solcher Ursache haben.

Was sind denn sechszigtausend Fuß unter einem Gebirgskörper wie die Schweiz, welch ein unbedeutender Bruchtheil sind sie von einer Kubikmeile, deren die Erde 2660 Millionen zählt. Eine Kubikmeile hat 13 Billionen 824000 Millionen Kubikfuß und 60000 Kubikfuß sind von dieser Summe der 230 Millionste Theil ($^1/_{230100000}$ d. h. 60000 : 13"824000000000 = 1 : 230'400,000).

Jedenfalls sind die Dämpfe mächtiger und ihr elastischer Druck ist schneller und energischer wirksam, und einer verwickelten Maschinerie, eines Röhrenkessels zur Heizung dieser Locomotive bedarf es nicht, indem die ganze innere Erde ein einziger Feuerball ist.

Wirkung der Schießpulverdämpfe.

Wenn nun unzweifelhaft geworden, daß die Dämpfe und Gase, durch Erhitzung aus ihren Banden befreit, halbe Erdtheile in Bewegung setzen, so ist wohl begreiflich, daß sie auch so kleine Bewegungen hervorbringen, wie diejenigen, welche in den Schlachten von Abukir und Trafalgar die Schiffe zerstörten, oder die Citadelle von Antwerpen in ein Eisenbergwerk

verwandelten, oder Sebastopol in Staub legten, denn das Alles sind doch nur kindische Spielereien im Vergleich mit den 1000 Centner schweren Steinmassen, welche die Vulkane 10000 Fuß hoch empor werfen, und mit den ganzen Bergen, die durch dieselben Kräfte verschoben, durcheinander geworfen werden.

Was ist aber in all' diesen Fällen, von demjenigen, wo ein Loth Pulver eine zweilöthige Flintenkugel 1500 Fuß weit treibt, bis zu demjenigen, wo weit ausgedehnte Landstrecken bis zur Unkenntlichkeit verändert werden, das Wirksame, die bewegende Kraft? Es ist die durch Temperaturerhöhung hervorgebrachte Veränderung des Aggregatzustandes — aus festen oder flüssigen Körpern werden dampfförmige.

In einem orientalischen Mährchen, welches uns die Sammlung der Scheherazade (Tausend und eine Nacht) aufbewahrt und welches Wieland mit dem ihm eigenen Genie und der unnachahmlichen Grazie, die alle seine Werke auszeichnet, behandelt hat in der Erzählung, die er „das Wintermährchen" nannte, kommt ein Geist vor oder vielmehr ein König der Geister, Eblis, durch Salomons Macht in ein Gefäß von Erz geschlossen. Der zaubermächtige, durch seine Weisheit bei allen Völkern berühmte Herrscher hat sein Siegel darauf gedrückt und das Gefäß von Erz widersteht aller Macht der Geister, so lange dieses Siegel unverletzt oder unverrückt bleibt.

Solche mächtige Geister sind es, die der zauberkräftige, das heißt, der die Gesetze der Natur kennende und zu seinem Zwecke benutzende Mensch in die kleinen schwarzen Körner eingeschlossen hat; das salomonische Siegel ist die niedere Temperatur — sobald diese einer so viel höheren Platz macht, daß die Pulverkörner sich entzünden, so wird der gefesselte Geist entfesselt; wie Eblis sich aus einer kleinen Vase von Erz entwickelt zu einer so ungeheuren Ausdehnung, daß sein Schatten viele Meilen weit über Land und Meer fällt, so entwickelt der Geist der Pulverkörner sich auch und richtet jene Verheerungen an, die wir kennen und mit diesem, in einen möglichst kleinsten Raum gebannten Riesen hat der Mensch nun zu thun, und wie es mit den bösen Geistern ist, sie haben eine nie schlummernde Tücke, sie fordern eine unausgesetzte, gespannte Aufmerksamkeit, ein Augenblick, in dem sie unbewacht sind, häuft Unheil auf Unheil, es ist, als ob sie mit wahrer Begierde auf die Gelegenheit warteten, die Kräfte, welche der Mensch zu seinem Dienst gebannt hat, gegen ihn zu brauchen, ihre Verderben bringende Macht gegen den gehaßten Schließer, der sie in Ketten und Banden gelegt hat, zu kehren.

Wird das Schießpulver durch einen Funken entzündet, so verbreitet sich, zwar immer nur von dem einen entzündeten Korn zum benachbarten,

aber doch mit Blitzesschnelligkeit, das Erglühen durch die ganze Masse; darum nimmt man auch nicht fest gestampftes Mehlpulver, sondern Kornpulver, bei welchem diese Verbreitung schneller vor sich geht, indeß das fest gestampfte Mehlpulver langsam abbrennen würde, wie es aus einer Rakete abbrennt.

Dieses Erhitzen bis zum Glühen bringt nun jene Zersetzungen hervor, welche dem entfesselten Riesen zu vergleichen sind, von dem das Mährchen spricht. Die Kohle verbindet sich mit dem Sauerstoff zu Kohlensäure, sie nimmt denselben nicht aus der Atmosphäre, von welcher sie vielleicht getrennt ist, durch Verschluß, sondern aus dem ihr viel näher liegenden Salpeter, der in der Glühhitze in Stickstoff und Sauerstoff, und in Kali zerfällt.

Auch an freier Luft entzündet, findet dasselbe statt, denn der Salpeter d. h. der Sauerstoff in der Form einer Stickstoffsäure, steht der mit ihm verriebenen Kohle unendlich näher als der Sauerstoff der Luft; bei dem Erglühen ergreifen sich Kohlendampf und Sauerstoff im Augenblick des Entstehens viel leichter und inniger, als der entstehende Kohlenstoff sich mit dem erst aus der atmosphärischen Luft abzuscheidenden Sauerstoff verbinden könnte. Wo kein anderer Weg übrig bleibt, geschieht allerdings auch dieses, wie wir beim Verbrennen der Kohle in einem abgeschlossenen Raum wahrnehmen; das leichtere wird aber von den Elementen, die sich's auch gern bequem machen, immer vorgezogen.

Demnächst wird der übrige Sauerstoff vom Schwefel aufgenommen, zu einer gasförmigen Säure der schwefligen Säure verwendet und der Stickstoff wird auf solche Weise aus seiner Verbindung ganz befreit; er bildete sonst mit dem Sauerstoff eine Säure und diese war mit dem Kali zu einem festen Körper verbunden, jetzt sind drei Luftarten entstanden, von denen der Stickstoff allein isolirt bleibt.

Wenn aber der Salpeter zerlegt worden, so folgt noch nicht, daß das Kali unzerlegt bleibe; im Gegentheil wird auch dieses zersetzt in Kalium Metall und in Sauerstoff. Das Kaliummetall geht mit einem Antheil des Schwefels eine Verbindung zu Schwefelkalium ein, wovon der üble Geruch des verbrannten Schießpulvers herrührt, der Sauerstoff tritt an Kohle oder Schwefel, mit denselben die bekannten und genannten Säuren bildend. Das Schwefelkalium trägt nur wenig zu der Kraft des Pulvers bei, desto mehr die anderen Körper, die in Gase verwandelt, einen mehr als tausendfach größeren Raum einnehmen, wie als feste Körper, nun aber in der Weißglühhitze einen zehnmal größeren Raum einnehmen, als wenn schon Gase bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft, oder, wie man sich auch

ausdrückt, im natürlichen Zustande, wodurch mithin eine Spannung entsteht von so außerordentlicher Stärke, daß dadurch allein die dämonische Kraft erklärt wird, mit welcher Schießpulver wirkt.

Handfeuerwaffen.

Wann das Pulver zuerst zum Kriegsgebrauch angewendet worden, ist beinahe gar nicht mit Gewißheit zu bestimmen; einige Andeutungen haben wir über diesen Gegenstand bereits am Anfange des Artikels gegeben, da sie aber in die Geschichte der Indier und Chinesen hinauf reichen, so schweben sie für uns ganz im Blauen, sind vollständig haltlos, sind nur Vermuthungen und Schlüsse, nicht Thatsachen.

Besser ist es mit der Benutzung des Pulvers für die Handwaffe bestellt, diese wurde jedenfalls viel später eingeführt oder erfunden, als die Kanone und zwar zu einer Zeit, wo man, nicht mehr ganz in die mittelalterliche Barbarei versunken, merkwürdige Erfindungen und Ereignisse durch Aufzeichnung derselben in alten Chroniken der Vergessenheit zu entreißen suchte.

Ob das gewöhnliche Schießgewehr ein Uebergang von der Kanone durch die Wallbüchse zur Hakenbüchse oder Muskete war, muß dahin gestellt bleiben, obschon es viel Wahrscheinlichkeit hat, denn man findet ganz alte, sieben bis acht Fuß lange, eiserne Schießgewehre auf lafettenartigen Gestellen, welche an der Seite eine Bohrung und eine Pfanne für das Zündpulver haben und die sich nur durch ihr Gewicht und durch ihr Gestelle von den ältesten Handgewehren unterscheiden. In der Rüstkammer der Wartburg sah der Verf. auch dergleichen eiserne Geschütze, bei denen die **neueste** Einrichtung, die Ladung von der Schwanzschraube her einzubringen, zu sehen war, mit der einzigen Abweichung, daß nicht eine Drehung eines vollen Kegels in einem hohlen mit Bajonetschloß die Befestigung bewirkte, sondern daß der hintere Theil des Gewehres mit dem darin liegenden Schuß durch einen Keil an dem Geschützrohr befestigt wurde.

Man glaubt, die Muskete habe ihren Namen von dem Meierhof Mochetta unweit Feltri erhalten, wo in einem Scharmützel zwischen den Venetianern und den Genuesen diese Handgewehre zur Vertheidigung eines Engpasses gebraucht worden sein sollen; sie schossen 4 bis 7 Loth Blei und wurden gleich den Kanonen mit einer Lunte angezündet. Es geschah dieses am Ende des funfzehnten Jahrhunderts.

Ungefähr um dieselbe Zeit oder ganz am Anfange des sechszehnten Jahrhunderts wurden in Deutschland die Hakenbüchsen erfunden. Aehnliche schwere Schießgewehre, stets für zwei Mann bestimmt, von denen sie auch auf dem Marsche horizontal auf den Schultern liegend, getragen wurden. Sie hatten ihren Namen von einem ziemlich starken, eisernen Haken oder besser einer Gabel, welche vorn an dem Rohre angebracht war und deren gerade Stange sich sowohl an den Lauf und den Schaft legen, als in einem rechten Winkel gegen denselben stellen ließ und welcher Haken dazu diente, um, in die Erde gesteckt, dem hinter seiner Büchse Knieenden das Halten des schweren Gewehrs beim Zielen und Schießen abzunehmen.

Die Einrichtung war eine so vortreffliche und bequeme, daß sie sofort von Italiänern, Spaniern und Franzosen angenommen und bei ihren Heeren eingeführt wurde; der Marquis von Pescara, ein bekannter General Karls des Fünften, exercirte die Spanier mit diesem Gewehre und ihnen soll der Sieg über Franz den Ersten vorzugsweise zuzuschreiben gewesen sein.

Auch diese Gewehre hatten noch nicht das Luntenschloß (dieses kam erst kurze Zeit darauf zu der Erfindung hinzu), sondern die Lunte selbst, welche um einen Stock gewickelt, wie bei der Kanone, mit der Hand auf das Pulver gebracht wurde. Man kann sich denken, wie es da mit dem Zielen und Treffen gestanden hat.

Das Luntenschloß bestand aus einem sogenannten Drachen, einem stark gewundenen Hahn, um dessen Körper die Lunte gewickelt war, indeß ihr glimmendes Ende in dem Gebiß des Drachens steckte. Die Kohle lag auf dem flachen Deckel der Pfanne, unter dem sich das Zündpulver befand; ein Druck des Fingers verschob den Pfannendeckel seitwärts und brachte den Drachen in Berührung mit dem Schießpulver, worauf der Schuß losging oder doch wenigstens losgehen konnte.

Im Jahre 1517 wurde das deutsche Radschloß erfunden. Es stach so überaus glänzend gegen das Luntenschloß ab, daß es alsbald von den Franzosen aufgenommen wurde, doch nur in beschränkter Weise. Man verkannte nicht die Vortrefflichkeit und die überaus rasche Wirkung dieses Schlosses, allein man fürchtete, die Schnelligkeit, mit der die Schüsse auf einander folgen konnten, würde die Soldaten verführen, ihre Munition zu schnell zu verbrauchen (was würden sie von dem preußischen Zündnadelgewehr gesagt haben, falls dieses auf das Luntenschloß gefolgt wäre!), daher wurden auf jede Kompagnie nur vier Gewehre mit Radschlössern gestattet, den übrigen Mannschaften aber untersagt, ihre Gewehre mit Lunten gegen die neueren zu vertauschen. In der Belagerung von Wien 1683 hatten noch alle Soldaten und Bürger Musketen mit Luntenschlössern, nur die reichen Kaufleute bedienten sich der Büchsen mit Radschlössern, ja selbst

im Jahre 1692 hatten die Schweizer-Regimenter bei Steenkerken (im französischen Heere den Alliirten gegenüber) noch Luntenflinten, und bei einem Angriff nahmen sie die Gewehre in die linke Hand, die langen Degen in die rechte Hand und stürmten so auf die Niederländer los.

Das Radschloß besteht aus einem dem gewöhnlichen Steinschloß ziemlich ähnlichen Apparat, nur mit dem Unterschiede, daß die sogenannte Schlagfeder nicht einen Hahn bewegt, sondern ein Rad von gehärtetem Stahl, welches mit einem ganz kleinen Abschnitt sich durch die Pulverpfanne bewegt. Diese ist mit einem Deckel verschlossen, der zur Seite geschoben werden kann; auf der Fläche des Deckels liegt der Hahn, der zwischen den Lippen ein derbes Stück Schwefelkies hält; sobald das gespannte Schloß abgedrückt wird, zieht sich der Pfannendeckel zurück, der Hahn mit dem Schwefelkies fällt durch einen gelinden Druck auf das Rad und dieses dreht sich in einer halben Sekunde beinahe vollständig um seine Axe, wobei ein starker Funkenstrom entwickelt wird, so daß der Schuß fast niemals versagt.

Gustav Adolph von Schweden führte dieses Schloß bei seinem Fußvolk ein, um dadurch das von ihm erfundene Pelotonfeuer möglich zu machen, auch wurden dadurch zuerst die Faustrohre, die Reiterpistolen ausführbar, welche mit einer Hand geführt wurden und also mit der Lunte nicht bedient werden konnten.

Es hat sich dieses Radschloß ziemlich lange gehalten, bis es dem Steinschloß Platz machte, welches allerdings viel zweckmäßiger ist. Dieses letztere und seine Wirkung meinen geehrten Lesern beschreiben, hieße doch wohl Eulen nach Athen tragen, seine Kenntniß Jemandem aufdringen, der diese Kenntniß lange schon hat. Eben so ist es mit dem Pistonschloß; dasselbe ist zu allgemein bekannt, um uns Gelegenheit zu einer Abhandlung darüber zu geben, nur dieses wollen wir sagen, daß es eine der wichtigsten Verbesserungen ist, die das Feuergewehr überhaupt erfahren hat.

Hier nämlich ist nicht mehr eine Leitung der Gluth von einem Korn der Pulverladung zum anderen, sondern ein Feuerstrahl durchdringt mit einer bedeutenden Gewalt die ganze Masse und zündet ein paar hundert Stellen zu gleicher Zeit, ein solcher Schuß brennt mithin viel schneller zusammen; ein wesentlicher Vortheil für die Jagd liegt auch noch darin, daß nicht nur zwischen dem Aufblitzen des Zündpulvers und dem Entladen des Gewehrs ein viel kürzerer Zeitraum verstreicht, als bei den Gewehren mit dem Steinschloß, sondern daß es auch kein besonderes Zündlicht giebt, das Thier also nicht die Gefahr sieht, bevor es davon ereilt ist. Die scheuen Wasservögel tauchen in dem Augenblick, wo sie den Blitz sehen, unter die Wasserfläche und die Schüsse fahren in das Wasser, indessen zwanzig Schritte davon die Ente oder das Wasserhuhn wieder empor kommt.

Bei allen diesen Zündmitteln geht ein Theil der Ladung ungenutzt verloren, indem trotz der Schnelligkeit, mit welcher die Entzündung erfolgt, doch noch keineswegs alle Körner verbrannt sind, wenn der Schuß den Lauf verläßt. Falls sie nun auch in diesem Augenblicke noch entzündet würden, so hätten sie doch nicht die geringste Wirkung mehr auf das Projectil. Bei dem Kanonenschuß ist diese Pulverstreuung so bedeutend, daß man auf die Entfernung von funfzig Schritt nicht in dem Umfange des Streuungskegels zu stehen wagen darf, man wird selbst durch die Kleider noch verwundet, die Pulverkörner dringen in die Haut und lassen für immer unvertilgbare Spuren zurück.

Ob bei den Kanonen Abhülfe möglich, weiß der Verf. nicht; daß sie bei den Jagd- und Kriegsgewehren möglich, zeigen die Zündnadel-Einrichtungen. Es ist vielleicht ein Vorurtheil, daß es bei den Kanonen nicht gehe, wie es auch als ein Vorurtheil erkannt worden ist, daß die Kugel dicht auf dem Pulver sitzen müsse, gegentheils die Büchse zerspringe. Die Spitzkugelbüchsen haben den Beweis geliefert, daß eine solche Bedingung gar nicht vorhanden sei. In der Schwanzschraube derselben steht ein Kegel von Stahl, auf welchem die Kugel beim Laden zur Ruhe kommt und durch den Ladestock etwas breit geschlagen, in die Züge getrieben wird. Hinter der Kugel, zwischen dieser und der Schwanzschraube und um den Stahlkegel her, liegt die Pulverladung, aber niemals so viel, daß sie den leeren Raum ausfüllte, immer ist über der Ladung noch Luft und die Pulverkörner liegen in dem Raume ganz locker und werden darum durch die Explosion des Zündhütchens desto leichter entzündet. In früheren Zeiten konnte man den Schuß nicht fest genug setzen, der Ladestock mußte springen, ja, wenn er von Holz war, mußte er aus dem Laufe herausspringen, sonst hielt man sich nicht für sicher.

So dürfte es wohl möglich sein, daß nach dem Vorgange mit den Zündnadelgewehren man auch versuchte, den Kanonenschuß von der Kugel her anzuzünden, was vielleicht einfach dadurch möglich wäre, daß man dem Zündloch eine andere Stelle anwiese; daß eine solche Zündungsart die Hälfte der Pulverladung spart, unterliegt keinem Zweifel. Die Gewehre sind zum Theile so eingerichtet, daß die Patrone von der Schwanzschraube her in den hinten zu öffnenden Lauf gelegt wird, wie bei den preußischen Armeegewehren, zum Theil aber auch so, daß die Patrone ganz fertig und ganz leicht gleitend von der Mündung her in den Lauf fallen gelassen wird, wie bei den Jagdgewehren dieser Art; beide aber stimmen darin überein, daß die Patrone durch einen hölzernen Spiegel quer getheilt, in der einen Hälfte das Projectil, Schrot oder Kugel, in der anderen das Pulver enthalten ist und daß an dem Spiegel auf der Seite des Pulvers die Zünd-

masse befestigt ist; diese ist eine geheimnißvoll bereitete explosive Mischung wie Knallquecksilber und ähnliche; sie wird durch einen leichten Schlag entzündet und dieser wird durch eine Nadel (daher die Benennung der Waffe, Zündnadelgewehr), die von einer Feder getrieben ist, bewerkstelligt — die Nadel durchdringt von der Schwanzschraube her, ohne zu zünden, die Pulverladung und findet erst Widerstand an der Mitte des Spiegels. Der Druck, den sie darauf ausübt, bringt die Zündmasse zur Explosion und nun brennt das Pulver auf, aber nicht von hinten nach vorn, sondern umgekehrt von vorn nach hinten, also rückwärts gehend. Das brennende Pulver wirkt nun zwar sogleich auf das Projectil, aber auch eben so stark auf das noch zu entzündende Pulver, welches nicht wie die Kugel oder das Schrot entweichen kann, sondern, aufbrennend bis zu dem letzten Körnchen, die Kraft des Schusses vermehrt.

Versuche über die Stärke des Schießpulvers.

Der Zweck dieser künstlichen Mischung ist, gewisse Projectile, große und kleine, hohle und volle Kugeln auf beträchtliche Entfernung zu werfen, und dasjenige Pulver wird das bessere sein, welches ein Projectil unter sonst gleichen Umständen am weitesten wirft; es kann mithin von dieser oder jener Gattung des Schießgewehres, ob es eine alte Muskete, eine Jagd- oder eine Standbüchse, ob es ein gewöhnliches oder ein Kammergeschütz, ob das Gewehr mit Steinschloß oder mit Zündnadel versehen, gar keine Rede sein; dies sind lauter Umstände, welche von der größten Wichtigkeit, aber nicht von der Stärke des Pulvers abhängig sind; sondern man muß die Umstände durchweg gleich nehmen, man kann darum auch nicht die Stärke zweier Pulversorten mit zwei verschiedenen Gewehren (selbst ganz gleicher Construktion) prüfen, und so scheinen die Versuche vergleichender Art nicht ganz leicht zu sein.

Man möchte nun gern bestimmen können, welche Pulvergattung den gemachten Voraussetzungen am besten entspricht. Wenn der Krieg einmal ausgebrochen, ist dieses zu spät, da muß man nehmen, was man findet; man will aber Anleitung geben, Schießpulver so gut als möglich zu machen, damit man seinen Bedarf stets durch eine Sorte decken könne, die den zu machenden Anforderungen genügt. Da hat man denn allerlei sogenannte

Pulverproben erfunden, sie theilen sich in zwei Klassen. Alle haben gemeinschaftlich ein kleines rundes Gefäß, ein zolllanges Stück eines Pistolenlaufes, welches stark und widerstandsfähig ist und ein Zündloch hat und auf einer festen Grundlage steht.

Die Verschiedenheit liegt darin, wie der Deckel, welcher dieses Gefäß verschließt, darauf gedrückt wird. Das Gefäß wird mit dem zu prüfenden Pulver bis an den Rand gefüllt, darauf legt man einen flachen, eisernen Deckel; dieser ist nun entweder durch eine sehr starke Feder dagegen gedrückt, oder er ist vermöge eines Gewichts dagegen gehalten, welches dann in einem Schlitten auf und ab läuft.

Wie weit nun beim Entzünden des Pulvers der Deckel emporgeworfen, wie weit die Feder gespannt oder das Gewicht gehoben wird, dieses dient als Maßstab für die Kraft des Pulvers.

Daß eine solche Methode höchst unvollkommen sei, liegt auf der Hand; man hat aber bisher vergeblich nach besseren gesucht, und diejenigen, welche, als wirklich viel bessere, von dem Militair angewendet werden, sind sowohl kostbar, als auch für Privatleute gar nicht brauchbar. Die eine Veranstaltung ist der Probemörser, die andere ist die Pendelflinte, verbunden mit dem balistischen Pendel.

Der Probemörser.

Fig. 436

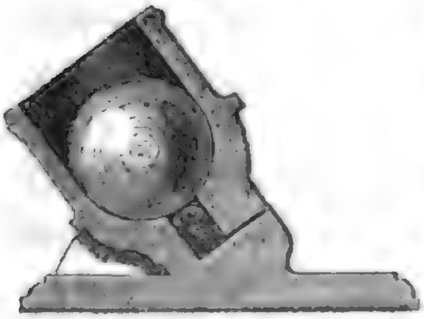


Fig. 436 zeigt den Durchschnitt eines Bombenkessels, genau von der Gestalt, Stärke und inneren Beschaffenheit, wie der gewöhnliche, praktische Mörser des Militairs bei gleichem Kaliber sein würde. Der einzige Unterschied zwischen diesem und jedem anderen besteht darin, daß die Unterlage gleichfalls von Kanonenmetall und mit dem Mörser aus einem Stück gegossen ist, so daß der Mörser also nicht gerichtet werden kann. Der untere Plan muß ganz eben sein und der Winkel, den er mit der Axe oder der Seele des Mörsers macht, muß genau 45 Grad betragen, dies ist diejenige Elevation, in welcher nach der Theorie der Balistik oder Wurfbewegung ein geschleuderter Körper die größte Entfernung erreicht. Wird nun der Plan horizontal ge-

stellt, so muß das Projectil aus diesem Canon unter 45 Grad emporfliegen.

Der innere Durchmesser, das Kaliber der Bohrung, ist gewöhnlich sieben Zoll; man sieht hieraus schon, daß man es mit einem ganz anständigen Geschütz zu thun hat. Unten im Schooße der cylindrischen, kugelförmig schließenden Bohrung befindet sich die Kammer (Bombenkessel und Haubitzen, sowie die längeren Bombenkanonen haben Kammern, wie auch unsere Figur zeigt) von der Größe, daß sie acht Loth auch des schlechtesten Pulvers fassen kann; eine solche Ladung — unter allen Umständen stets dasselbe Gewicht, keineswegs die Kammer gefüllt, sondern jederzeit nur acht Loth oder jederzeit nur sieben Loth, immer dieselbe Quantität — wird nun hinein gebracht und dann die Kugel, welche nur um eine Papierdicke kleiner ist als die Seele des Mörsers, davor gesetzt, wie die Figur gleichfalls zeigt. Eine solche Kugel wiegt über 60 Pfund. (Alle die Bestimmungen können nur annäherungsweise gegeben werden, weil jedes deutsche Ländchen sein eigenes Gewicht hat und mit Eifersucht darauf hält, daß es als vollständig dazu berechtigt anerkannt werde, und es weichen also diese Gewichte um ganze Lothe und Viertelpfunde von einander ab).

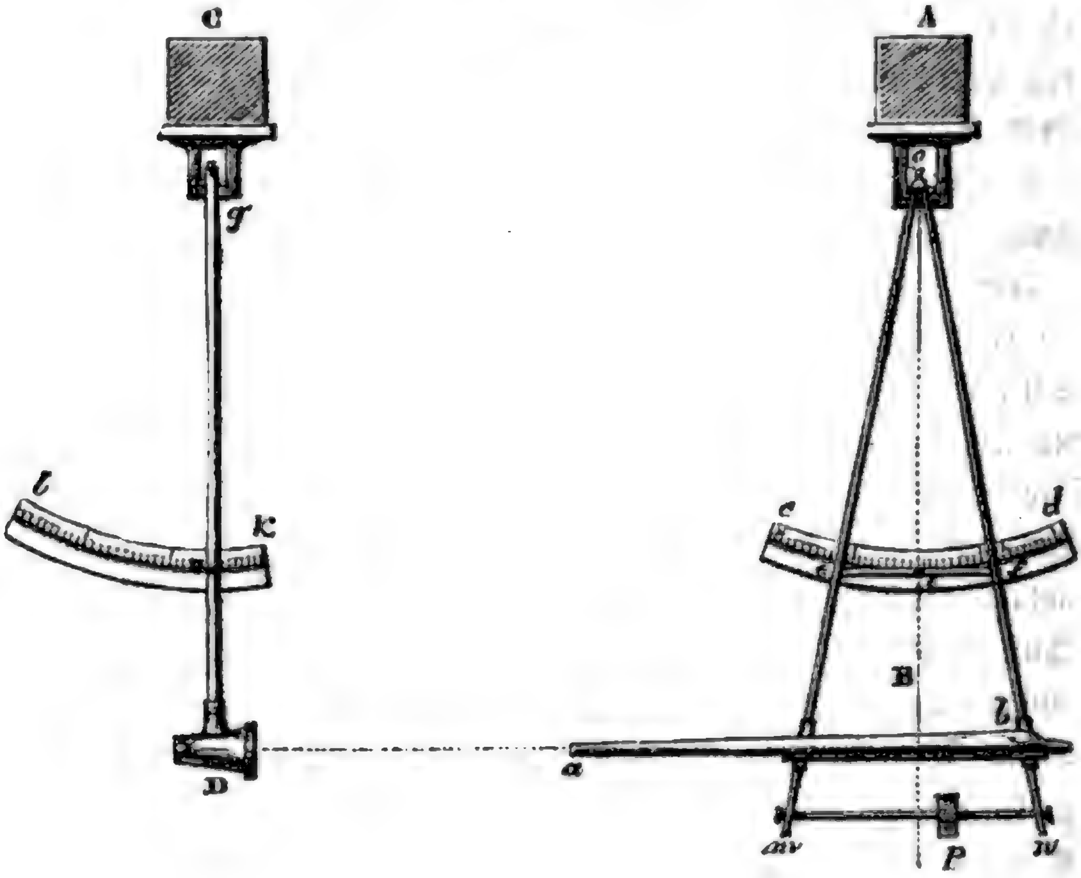
Das Pulver wird durch das Zündloch o in Brand gesetzt und man beobachtet nun, wie weit die Kugel fliegt; gewöhnlich ist dieselbe von Kanonenmetall, sauber abgedreht und glänzend polirt, sie beschlägt zwar durch den Schuß in etwas; allein da die Versuche immer bei heiterem Sonnenschein angestellt werden, so sieht man doch das Spiegelbild der Sonne sehr deutlich und kann die glänzende Kugel verfolgen, man ist sogar bei einiger Uebung im Stande, die Höhe derselben mit dem Sextanten zu nehmen, denn sie fliegt gegen das Ende ihrer Neigung langsam genug, um mit dem Spiegelinstrument verfolgt zu werden; Gewandtheit in der Handhabung desselben ist allerdings erforderlich.

Die Hauptsache ist die Entfernung, welche die Kugel erreicht hat. Dieses ist natürlich das beste Pulver, welches die Kugel am weitesten geworfen hat. 700 Fuß sind die geringsten Distancen; wenn die Kugel nicht so weit fliegt, so ist das Pulver ganz schlecht.

Die Pendelflinte.

Diese ist stets mit dem balistischen Pendel vereint; beide bilden ein Instrument. Die Stücke sind hier nahe zusammen gebracht, beim Gebrauch stehen sie natürlich auf die Schußweite des Gewehres auseinander.

Fig. 437.



A bezeichnet den Balken eines starken und fest stehenden Gestelles, an welchem ein dreieckiger Rahmen omn pendelartig an zwei Schneiden (wie die Axe eines guten Waagebalkens) hängt. Auf einer eisernen Schiene dieses Rahmens wird der Flintenlauf ab befestigt, unterhalb desselben auf der Stange mn ist ein Bleigewicht angebracht, welches nach Belieben verschoben werden kann, so daß der Mittelpunkt der Schwere des Pendels in der Flinte liegt. Das Pendel ist ein aus vielen Stücken zusammengesetztes. — Bei einem ganz einfachen — aus einem zarten seidenen Faden und einer Kugel, die gerade noch von dem Faden getragen wird, so daß dessen Gewicht als ganz unbedeutend außer Acht gelassen werden kann — liegt allerdings der Schwerpunkt des ganzen Pendels in der Mitte der Kugel, allein schon wenn statt eines seidenen Fadens ein Draht genommen wird, ist dieses nicht mehr der Fall, der Schwerpunkt rückt höher und je

schwerer die Tragstangen des Instruments sind, desto höher liegt der Schwerpunkt). Zur Regulirung all' dieser Störungen dient das Bleigewicht.

Hat man dieses erreicht, so ist zweitens durch seitliche Verschiebung noch zu bewerkstelligen, daß die von dem Aufhängepunkt nach der Flinte herabgezogene Lothlinie die Linie, welche die Axe des Flintenlaufs einnimmt, unter rechten Winkeln schneidet.

Das erste wird dadurch erreicht, daß man die Stange mit dem Gewicht so lange höher oder niedriger stellt, bis die Schwingungsdauer der ganzen Pendelflinte genau so lange dauert, als die eines möglichst einfachen Pendels, von der Länge der Linie oB bis zur Axe des Flintenlaufes; das andere wird dadurch erreicht, daß man eben dieses Gewicht, nachdem es durch Verstellung der Stange mn höher oder niedriger, seine richtige Entfernung, vom Aufhängungspunkte gegeben, nunmehr so weit nach m oder nach n verschiebt, bis ein Winkelmaß, an den Pendelfaden oB gelegt, mit der Axe der Flinte rechte Winkel macht.

Das Gewicht des ganzen Apparats von seinem Aufhängungspunkt o bis nach dem Regulator P, einschließlich des Rahmens, des Flintenlaufes ꝛc. muß 50 Pfund betragen; eben so viel soll der balistische Pendel wiegen.

Dieser ist einfacher, er besteht zuvörderst wie der andere aus einem starken Gestelle, davon ein Balken in C zu sehen ist; daran hängt die Pendelstange gD, welche unten eine Messingkugel trägt, die mit Blei ausgegossen ist und sammt der Stange Dg gleichfalls 50 Pfund wiegt. An der Pendelflinte, sowie an dem balistischen Pendel ist in gleichen Entfernungen vom Aufhängepunkte ein Gradbogen angebracht (lk und cd), worin dicht unterhalb der Gradstriche eine Nuthe eingeschnitten, in welcher ein leicht beweglicher Pflock steckt, den ein im Pendel befindlicher Stift durch die ihm mitgetheilte Bewegung verschiebt.

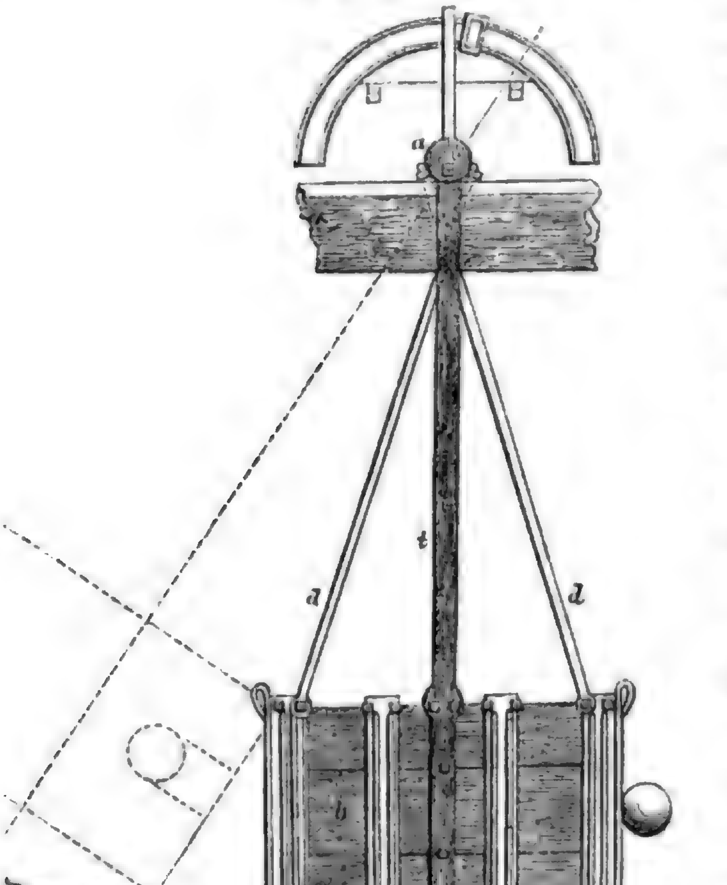
Die Pulverprobe wird nun so angestellt, daß man die beiden Pendel, die Flinte sowohl, als die mit Blei ausgegossene Hülse, in eine bestimmte Entfernung von einander bringt, die gewöhnlich der Schußweite des Gewehres entspricht, aber eigentlich gleichgültig ist, so lange es sich nur um Vergleich verschiedener Pulversorten unter einander handelt. Ein anderes wäre es, wenn man die Wirkung des Gewehres auf verschiedene Entfernungen prüfen wollte, da würde man zwar mit gleicher Ladung, wie bei den Pulverproben, aber nicht mit verschiedenen Pulversorten, sondern immer mit derselben untersuchen, welche eine Ablenkung auf 100, welche auf 200, 500 ꝛc. hervorgebracht wird.

Hat man festgestellt, welche Entfernung die geeignetste zu den Versuchen über die Kraft der verschiedenen Pulvergattungen ist, so nimmt man von diesen immer die gleiche Ladung (nach dem Gewicht, nicht nach dem Maaß)

benutzt stets eine Kugel von gleicher Schwere und eine gleiche Entzündungsart und sieht nunmehr zu, welch' einen Ausschlag einer oder der andere Pendel macht. Nach der Entfernung, nach den Graden, welche die Pendel von ihrem Ruhepunkt aus zurücklegen, ist die Kraft des Pulvers leicht zu bemessen; in beiden Fällen, sowohl bei dem Lauf als bei der Bleikugel, wird die ganze Kraft gemessen, es geht nichts verloren. Wäre der Kegel von Eisen, so würde die Kugel sich daran platt schlagen, es wäre mithin nur ein Theil der aufgewendeten Kraft, welcher von dem Pendel gemessen würde, — anders hier, wo die Kugel in das Blei eindringt und darin sitzen bleibt, dem Pendel also ihre bewegende Kraft in vollem Maße und ohne allen Abzug mittheilt.

Sowie man das Pulver durch einen Flintenlauf versucht, so kann man das Kanonenpulver auch durch einen Kanonenlauf untersuchen, das Canon würde dann ganz auf dieselbe Weise an einem Gestelle befestigt, wie die Flinte, — der einzige Unterschied liegt in der Stärke des Gestelles; — anders ist es mit dem Kugelfang, dieser ist in Fig. 438 gezeichnet. Wir sehen hier ein starkes Gestelle von Bohlen b, wohl verzimmert und verklammert, an einem Hauptbalken t, und zwei schrägen Trägern d d hängend. Der ganze Kasten ist mit Sand gefüllt und wiegt so viel als das Canon wiegt, mit welchem man die Versuche machen will. Der Kasten hat unten einen Stift e, welcher in der Rinne f f läuft. Bei a ruht das Pendel auf zwei starken Schneiden und oberhalb dieses Ruhepunktes hat es eine Verlängerung, welche längs eines in Grade getheilten Kreisbogens läuft und wenn das Pendel in Schwingung ist, einen Pflock bewegt, der da stehen bleibt in der Ruthe dieses Gradbogens, wo er durch den Stab hingeschoben worden ist.

Fig. 438.



Aus der gegebenen Entfernung schießt man mit der Pendelkanone gegen das balistische Pendel, wodurch ein Brett durchbrochen, die Kugel in den

Sand gestoßen und das Pendel in eine Lage gebracht wird, welche die punktirte Zeichnung andeutet.

Die Größe der erlittenen Ablenkung giebt in Graden die Stärke des Pulvers an, wiewohl nur durch eine nicht eben leichte mathematische Berechnung, doch ist das ganze Verfahren ein sehr sicheres und wissenschaftliches.

Ein anderes Mittel, die Gewalt des Pulvers zu berechnen, liegt in der Quantität von Gasen, welche dasselbe bei der Verbrennung entwickelt. Versuche haben gezeigt, daß die Menge derselben sehr bedeutend ist; Gay Lussac hat gefunden, daß ein Kubikzoll Pulver, beste Art, 450 Kubikzoll Gas liefert. Es lassen sich auch diese Mengen durch Rechnung finden, wenn man weiß, wie viel Salpeter an Stickstoff und an Sauerstoff, wieviel der Schwefel mit dem Kali des Salpeters an Schwefelleberdämpfen, wieviel die Kohle in ihrer Verwandlung zu Kohlensäure und zu Kohlenoxydgas liefert; dazu kommt noch die hohe Temperatur, welche das Volumen auf das Fünffache erhöhet, und so wäre der Druck, den das Pulver, in eine kalte Gasmasse verwandelt, auf die Kugel ausübt, schon 400 Atmosphären und durch die Erhöhung bis zu 1200 Grad würden sie auf mehr als auf 2000 Atmosphären gesteigert, allein leider haben wir für alles dieses keine genügend genauen Daten, es kömmt das fatale „wenn“ immer dazwischen und mit „wenn“ kann man nicht rechnen, so wenig Xerxes mit seinem „wenn“ den Leonidas besiegen konnte, den er hängen lassen wollte, wenn er ihn finge — „wenn!“

Da wir nun kein Mittel haben, die Temperatur des in einem Büchsenlauf mit vorgesetzter Pflasterkugel entzündeten Pulvers zu messen, so schweben alle Berechnungen über die Spannung der Gase und die daraus herzuleitende Gewalt des Pulvers im Blauen, und wir müssen uns mit der Empirie, mit den Resultaten der Versuche behelfen, was zwar auch zu einem sicheren Resultate führt, indessen eigentlich doch nicht das Rechte, wenigstens nicht das Wissenschaftliche ist.

Register zum zweiten Bande.

A.

Achat 309.
Acidum muriaticum 1.
— phosphoricum purum 219.
— phosphoricum concentratum 219.
— phosphoricum dilutum 219.
Aetzen mit Flußsäure 104.
Agricola 286.
Amethyst 309.
Ammenmüller 121.
Ampère 100.
Anklitz, Constantius 453.
Arago 342.
d'Arcet 341.
d'Arcet (Boulanger) 322.
Averami 342.

B.

Balard 65. 132.
Baudrimont 60. 61.
Bearbeitung d. Kohle u. d. Schwefels 462.
Bedschapur 343.
Benzil 400.
Bergkrystall 304.
Bergmann 341.
Berthold Schwarz 453.
Bertholet 279.
Berzelius 3. 86. 160. 247. 253. 261. 262. 281. 304. 308.
Biot 342.
Bleichen 22.
Bleichflüssigkeit 30.
Bleichkali 30.
Bleichlauge 35.
Bleichwasser 35.
Bleistiftfabrikation 334.
Bor 274.
Boracit 298.
Borax 285.
— krystallisirter 294.
— octaedrischer 295.
Borfluor 302.
Borneo 343.
Borsäure 285.
Borstickstoff 300.
Borsuperfluorid 302. 303.
Brandt 147.
Brasilien 343.
Brocadon 338.
Brom 132.
Bromkiesel 321.
Bromsäure 141.
Bromschwefel 144.
Bromselén 144.
Bromstickstoff 143.
Bromtellur 144.
Bromwasserstoffsäure 138.
Bubna 342.
Bunsen 331.

C.

Calciumoxyd 311.
Canon 329.
Carbolein 423.
Chalcedon 309.
Chenevix 75.
Chlor 1. 6. 11. 39. 97.
— Darstellung des 7.
— Eigenschaften des 11.
— Flüssigmachen des 14.
— gegen Ansteckungsstoffe 21.
— Sauerstoffverbindungen des 63.
— und Schwefel 91.
— und Selén 97.
— und Tellur 98.

Chlor, Trocknen und Reinigen des 9.
— Verbindungen des 45.
— Verdichtung des 13.
— Wirkung des Lichtes auf das 17.
— zum Wasserstoff 19. 39.
Chlorbleiche 27.
— Verfahren bei der 29.
Chlorbor 302.
Chlorbrom 143.
Chlorine 3.
Chlorjod 131.
Chlorkalk 31.
Chlornatrium 47.
Chlorkiesel 316.
Chlorochlorsäure Acide chlorochlorique 64.
Chlorphosphorstickstoff 269.
Chlorsäure 78.
Chlorschwefelkiesel 321.
Chlorschwefelphosphor 268.
Chlorstickstoff 88.
Chlorüberchlorsäure 87.
Chlorwasserstoffsäure 41. 45.
Chlorwasserstoffsäure-Gas 45.
Chlorzink 5.
Chrysopras 309.
Coaks 412.
— in Meilern 413.
— in Oefen 414.
— aus Steinkohlenklein 420.
Courtois 110.
Creosot 402.
— seine Wirkungen 404.

D.

Daguerre 118.
Dampf, Bergreisen mit 483.
— Reisen ohne 481.
— Reisen mit 482.
Dämpfe im Dienste des Menschen 480.
— im Dienste der Natur 484.
Davy 3. 75. 85. 88. 102. 118. 273.
Destillation des Holzes 380.
Diamant, der „Unbezwingliche" (Adamas, Aimant, Demant, Diamant) 341.
Diamanten, künstliche 168.
Diamantendistrikt 344.
Diamantenglanz 352.
Diamantenwäscherei 345.
Draper 18.
Dulong 88.

E.

Edelerde (terra nobilis) 341.
Eisenkiesel 309.
Elfenbein, gebranntes, od. Beinschwarz 429.
Engelhardt 221.
Entschlichten 37.

F.

Faraday 14. 57. 141. 323.
Fechner 170.
Feuerstein 304.
Fluor 99. 108. 109.
— und Tellur 109.
— und Schwefel 108.
— mit Wasserstoff 104.
Fluorborsäure 303.
Fluorjod 132.
Fluorkiesel 322.
Fluorkieselgas 324.
Fluorselén 109.
Fluorwasserstoffsäure 104. 106.
Flüssigkeit, Jovelli'sche 30. 35.
— Labarraque'sche 30. 35.
Forchhammer 101.
Fremy 100.
Füllung der Oefen 378.

G.

Gase, flüchtige, als Brennmaterial 394.
— im Pulver 499.
Gay Lussac 3. 60. 61. 79. 105. 501.
Gehler 2.
Gengembre 236.
Geßner, Conrad 328. 329.
Glauber 2.
Graham 221.
Graphit 328.
— krystallinischer 331.
Gräcus, Marcus 454. 456.

H.

Haloidsalze 3.
Halogene oder Salzbilder 3.
Handfeuerwaffen 489.
Heliotrop 309.
Holzkohlen in Cylindern 406.
Hornstein 309.
Hyalith 309.
Hydrochlorgas 45.

J.

Jaspis (Onyx) 309.
Jod 110.
— Darstellung des 113.
— Eigenschaften des 115.
— mit Sauerstoff 119.
Jodine 110.
Jodnatrium 113.
Jodphosphor 270.
Jodsäure 119.

Digitized by Google

Jodschwefel 130.
Jodstickstoff 127.
Jodwasserstoffsäure 122.
Jodunterjodsäure 119. 122.

K.

Kalk 311.
Kautschuk, vulkanisirter 94.
Kiesel 304. 311.
Kieselerde 306. 309.
— lösliche 316.
— unlösliche 316.
Kieselfluorwasserstoffsäure 324.
Kieselflußsäure 324.
Kieselgesteine 309.
Kieselguhr 309.
Kieseloxyd 311.
Kieselpanzer 309.
Kieselsäure 306. 309.
— reine 311.
Kieselschalen 309.
Kieselschiefer 309.
Kieselsinter 309. 313.
Knochenkohle 424.
— ihre Darstellung 426.
Königswasser, Aqua regis 59.
Kohle, Absorptionsfähigkeit der 450. 498.
— Brennbarkeit der 448.
— Benutzung der 452.
— ein Selbstzünder 445.
— Eigenschaften der 446.
— färbende 438. 497.
— fäulnißwidrige Kraft der 451. 499.
— künstlich bereitete 436.
— Leitungsfähigkeit der 447.
— thierische 424. 431.
— Unveränderlichkeit u. Beständigkeit d. 449.
— Zubereitung der 457.
— ihre Wirkung 430. 437.
— ihre Wiederbelebung 432.
Kohlenbrennerei 370.
Kohlengrus (Lösche) 371.
Kohlenklein 371.
Kohlenofen für Pulverfabrikation 407.
Kohlenstoff (Carbon) 326.
Kuhlmann 435.

L.

Lampenruß 441.
— seine Bereitung 442.
Lavoisier 1. 327. 342.
Leonhard 380.
Levasseur 168.
Libav 100.
Liebig 61.
Lösche (Kohlengrus) 371.
Louyet 103.
Lunte 490.
Luntenschloß 490.

M.

Magnus 121.
Marggraf 100.
v. Marr 355.
Maquer 342.
Materialien zur Pulverbereitung 456.
Meiler 370.
— runde 371.
— gestreckte 374.
Mengung der Materialien 464.
Metallbad 398.
Metaphosphorsäure 223.
Millon 64. 75. 76. 85. 87. 119.
Mitscherlich 195.
Mohs 330.
de Morveau, Guiton 342.
Murcium, Muriatum, Mur 1.
Musprat 51.

O.

Ofen 330.
Opal 309.
Orfila 200.
Otto 89. 133.

P.

Paraffin 400.
Paraffinreinigung 401.
Pelouze 73. 79. 88. 100. 119. 124. 142.
Pendel, balistisches 498.
Pendelflinte 496.
Percussionsschloß 491.
Perkins 384.
Pettus 328.
Pflanzenkohle 366.
Phosphor 145.
— amorpher 164. 199.
— weißer 166.
Phosphoreudiometer 171.
Phosphorjodid 271.
Phosphorkrankheit 188.
Phosphoroxychlorür 266.
Phosphoroxyd 209. 231.
Phosphorsäure 209.
— wasserhaltige 217.
Phosphorsäure-Hydrat 221.
Phosphorstickstoff 250.
Phosphorsulfid 262.
Phosphorsulfuret 253. 260.
— flüssiges 257.

Digitized by Google

Phosphorsulfuret, rothes 255.
Phosphorsuperbromid 273.
Phosphorsuperbromür 273.
Phosphorsuperchlorid 265.
Phosphorsuperjodür 272.
Phosphorvergiftung 194.
Phosphorwasserstoff 236.
— fester 245.
— flüssiger 243.
Phosphorwasserstoffgas 236.
Pitt 356.
Porzellan 314.
Pott 328.
Priestley 322.
Probemörser 494.
Pulver-Fabrikation 458.
Pulver, Schieß- 453.
— Königs- 475.
Pulver-Körnen 468.
— -Kornmaschine 470.
— -Mühlen 465.
— -Mühlen, Mahlvorrichtung auf 467.
— -Poliren 474.
— rundes Korn- 475.
— -Sortiren 473.

Q.

Quarz 304.
Quendel oder Quendelschaft 371.

R.

Radical 1. 79.
Radschloß 491.
Rammelsberg 140.
Regent 356.
Regnault 83. 124. 139. 239. 263. 312. 323.
Röstung 382.
Rose 97. 99. 236. 245.
Ruß 438. 497.
— ein Selbstzünder 444.

S.

Sal mirabile Glauberi 2.
Salpeter 464.
— kubischer 4.
Salpetersalzsäure 59.
Salpetersäure 59.
Salzbilder oder Halogene 1. 3.
— Entdeckung der 3.
— Eigenschaften der 4.
Salzsäure 41. 46. 59.
— Bereitung der 49.
— Condensirung wasserfreier 57.
— dephlogistisirte 2.
Salzsäure, ein lästiges Nebenprodukt 51.
— natürliches Vorkommen der 58.
— oxydirte 1.
— Verunreinigung der 55.
Salzsäuresuperoxydul 3.
Sandstein 304.
Säure, chlorige 72. 78.
— chlorochlorige 85.
— concentrirte unterchlorige 69.
— rauchende 48. 55.
— unterchlorige 65. 75.
Scheele 2. 100. 328.
Schiefer, Polier- 309.
Schlichte 37.
Schrötter 201.
Schwankhardt 100.
Schwarz, deutsches 438.
Schwefel 463.
Schwefelbor 301.
Schwefelchlorid 96.
Schwefelchlorür 93.
Schwefelkiesel 315.
Schwefelnatrium 8.
Selén 97. 109.
Serulas 83. 128.
Solitair 357.
Spiritus salis fumans Glauberi 2.
Steinkohlen 412.
Steinkohlenklein 419.
— Coaks aus 420.
Steinkohlentheer 417.
Südafrika 343.

T.

Tachenius, Otto 307.
Talbot 118.
Tellur 98. 109.
Tellurchlorid 99.
Tellursuperchlorid 98.
Theergewinnung 391.
Theeröle, flüchtige 389.
Theer, Reinigung seiner Bestandtheile 395.
Thenard 3. 105. 236. 245.
Thonerde, kieselsaure 309.
Topas, falscher 309.
Torfverkohlung 408.
— in Oefen 409.
Trippel 309.
Turnbull 451.

U.

Ueberchlorsäure 82.
Ueberjodsäure 119. 121.
Umwandlung kohlenhaltiger Körper durch Hitze 381.
Unterchlorsalpetersäure 62.
Unterchlorsäure 75.

Digitized by Google

Unterjodsäure 119. 122.
Ural 343.

V.

Verbrennungsprodukte 385.
— feste 405.
— flüssige 386.
Verkohlungsöfen, Bau der 411.
Verkohlung in Oefen 376.
Versuche über die Stärke des Schießpulvers 493.
Villa do Principe 343. 344.

W.

Warner 90.
Wasserstoff 39.
Wedgewood 118.
Wilson 101.
Wirkung der Schießpulverdämpfe 486.

Z.

Zersetzung durch Hitze 383.
Zersetzungsart des Schießpulvers 488.
Zersetzungsprodukte.
Zündung von vorn oder von hinten 492.

Druck von G. Bernstein in Berlin, Mauerstr. 53.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google